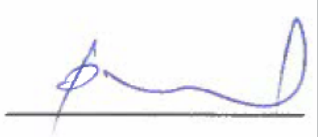
Companhia Energética de Minas Gerais

Norma de Distribuição

Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão
Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea

Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil

ND-5.3

Companhia Energética de Minas Gerais

Diretoria de Distribuição e Comercialização

Norma de Distribuição

Fornecimento de Energia Elétrica em Média - Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea

PREPARADO	RECOMENDADO	APROVADO	ND-5.3
Reinaldo/Washington/Roberto Pedra TD/AT	Márcio Baumgratz Delgado TD	Ricardo José Charbel DDC	NOVEMBRO/2013

ÍNDICE

ANEXOS

1. INTRODUÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão a edificações individuais ou compartilhadas, urbanas ou rurais, residenciais, comerciais ou industriais, com carga instalada individual superior a 75 kW, a partir de redes de distribuição aéreas ou subterrâneas com tensões nominais de 13,8kV, 22kV e 34,5kV, bem como fixar os requisitos mínimos para as entradas de serviço destas instalações.

Esta norma está estruturada em função dos seguintes tópicos:

a) critérios de dimensionamento dos componentes das entradas de serviço;
b) instalações básicas referentes à cada tipo de padrão de entrada;
c) materiais padronizados e aprovados para utilização nos padrões de entrada.

Esta norma está em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 5410 e 5419) , com as Resoluções Nº 395/2009, 414/2010 e 479/2012 da ANEEL e com as últimas resoluções e Atos do CREA-MG. As especificações técnicas dos materiais e equipamentos utilizados pela Cemig na ligação das unidades consumidoras estão contidas na ND-2.6.

Esta edição corresponde à revisão da ND-5.3/Dezembro 2009 e a cancela e substitui.

Esta norma pode em qualquer tempo e sem prévio aviso, sofrer alterações, no todo ou em parte, motivo pelo qual os interessados devem, periodicamente, consultar a Cemig quanto à sua aplicabilidade atual. Esta norma, bem como as alterações, podem ser acessadas através do endereço eletrônico www.cemig.com.br (dentro da página acesse Atendimento depois Normas Técnicas depois ND-5.3) para consultar/baixar o arquivo da ND-5.3 atualizado.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

2.1 Esta Norma aplica-se ao fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão (instalações novas ou reformas e ampliações das instalações já existentes) , com tensões nominais de 13,8kV, 22kV e 34,5kV, para unidades consumidoras com carga instalada superior a 75 kW, através de subestações individuais ou compartilhadas.

2.2 Esta norma não se aplica às unidades consumidoras:

a) Pertencentes a agrupamento com ou sem proteção geral, a edificação de uso coletivo ou unidade consumidora individual a ser atendida na baixa tensão por opção do consumidor.
b) Geradoras que injetarão potência no sistema da Cemig. Neste caso essas unidades geradores devem seguir os critérios da norma Cemig ND-5.31: Requisitos para a conexão de Acessantes - Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Média Tensão.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e são complementados pelos seguintes:

3.1 Cabos Isolados, Multiplexados e Auto-sustentados para Média Tensão

São cabos em Alumínio, de seção circular, recobertos por camada isolante EPR ou XLPE com dupla camada de blindagem, sendo uma semicondutora, aplicada sobre o condutor, e outra sobre a isolação do condutor, sendo esta metálica.

Os condutores fase, em número de três, devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do mensageiro (condutor de sustentação e neutro), que deve permanecer sempre em posição axial em relação aos demais.

3.2 Caixa de Inspeção/Passagem

É o compartimento enterrado, com dimensões insuficientes para pessoas trabalharem em seu interior, intercalado em uma ou mais linhas de dutos convergentes, destinado a facilitar a passagem dos condutores e execução de emendas.

3.3 Caixas de Medição e Proteção

3.3.1 Caixa para medição indireta

É a caixa destinada à instalação do medidor de energia, do disjuntor e dos transformadores de corrente (TC) (CM-3 e CM-3LVP).

3.3.2 Caixa para medição CM-4

Caixa para dois medidores polifásicos e chave de aferição.

3.3.3 Caixa para proteção CM-9

Caixa modular para disjuntor e/ou transformadores de corrente.

3.3.4 Caixa para proteção CM-18

Caixa modular para disjuntor e/ou transformadores de corrente.

3.4 Carga Especial

Equipamento que, pelas suas características de funcionamento ou potência, possa prejudicar a qualidade do fornecimento a outros consumidores.

3.5 Carga Instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

3.6 Chave de Aferição

É um dispositivo que possibilita a retirada do medidor do circuito, abrindo o seu circuito de potencial, sem interromper o fornecimento, ao mesmo tempo em que coloca em curto circuito o secundário dos transformadores de corrente.

3.7 Condutor de proteção

É o condutor que desviará a corrente de fuga para a terra que surge quando acontece falhas de funcionamento nos equipamentos elétricos energizando a carcaça metálica desses equipamentos, evitando acidentes.

3.8 Consumidor

É a pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito legalmente representada, que solicitar à Cemig o fornecimento de energia elétrica e assumir expressamente a responsabilidade pelo pagamento das contas e pelas demais obrigações regulamentares e contratuais.

3.9 Demanda

Média das potências ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo específico, expressa em kVA.

3.10 Demanda contratada

É a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

3.11 Demanda Máxima

Máxima potência elétrica, expressa em kVA, solicitada por uma unidade consumidora durante um período de tempo especificado.

3.12 Demanda medida

É a maior demanda de potência ativa verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts(kW).

3.13 Disjuntor Termomagnético

Dispositivo de manobra e proteção, capaz de conduzir correntes em condições normais e interrompê-las automaticamente em condições anormais.

3.14 Distribuidora

Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica.

3.15 Edificação Individual

É toda e qualquer construção, reconhecida pelos poderes públicos, contendo uma única unidade consumidora.

3.16 Entrada de Serviço

É o conjunto constituído pelos condutores, equipamentos e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Cemig e a medição, inclusive.
A entrada de serviço abrange, portanto, do ramal de ligação até a conexão com o ramal interno.

3.17 Faixas de Servidão

As faixas de servidão, também chamadas de faixas de segurança, são áreas do terreno com restrição imposta à faculdade de uso e gozo do proprietário, cujo domínio e uso é atribuído a Cemig, para permitir a implantação, operação e manutenção do seu sistema elétrico.

3.17.1 A largura da faixa de segurança para redes de distribuição rurais até 22kV é 15 metros, distribuídos em 7,5 metros de cada lado em relação ao eixo da rede.

3.17.2 A largura da faixa de segurança para redes de distribuição rurais de 34,5kV é 20 metros, distribuídos em 10 metros de cada lado em relação ao eixo da rede.

3.17.3 A largura da faixa de segurança de uma linha de transmissão de energia elétrica (tensão igual ou superior a 69kV) deve ser determinada levando-se em conta o balanço dos cabos devidos à ação do vento, efeitos elétricos e posicionamento das fundações de suportes e estais. Neste caso procurar a Cemig antes da construção do padrão de entrada para a definição da largura da faixa de segurança pois esta definição será pontual e dependerá do tipo da linha de transmissão.

3.18 Fornecimento Provisório

Atendimento em caráter provisório a eventos temporários que cessa com o encerramento da atividade.

3.19 Interligação ou Ligação Clandestina

É a extensão das instalações elétricas de uma unidade consumidora a outra ou da rede, à revelia da Cemig.

3.20 Limite de Propriedade

São as demarcações ou delimitações evidentes que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedade de terceiros, no alinhamento designado pelos poderes públicos. Porta ou portão entre unidades consumidoras, ou seja, que não dá acesso ao passeio público, não é considerado demarcação ou delimitação evidente de separação física entre propriedades.

3.21 Medição Direta

É a medição de energia efetuada através de medidores conectados diretamente aos condutores do ramal de entrada.

3.22 Medição Indireta

É a medição de energia efetuada com auxílio de transformadores de corrente.

3.23 Medidor Eletrônico

Medidor estático no qual a corrente e tensão agem sobre elementos de estado sólido (componente eletrônico), para produzir uma informação de saída proporcional à quantidade de energia elétrica medida (transdutor), indicando-a em um mostrador. Pode possuir saídas que permitam a cessão de informações aos consumidores.

3.24 Pontalete

Suporte instalado na edificação do consumidor com a finalidade de fixar e elevar a altura de fixação do ramal de ligação.

3.25 Ponto de Entrega

É o ponto até o qual a Cemig se obriga a fornecer energia elétrica, com participação nos investimentos necessários, bem como, responsabilizando-se pela execução dos serviços de operação e de manutenção do sistema, não sendo necessariamente o ponto de medição. Portanto é o ponto de conexão do sistema elétrico da Cemig (ramal de ligação) com as instalações elétricas da unidade consumidora (ramal de entrada).
O Ponto de Entrega é definido conforme o tipo de subestação e está relacionado no item 2, página 2-1.

3.26 Ponto de Medição

Local de instalação do(s) equipamento(s) de medição de energia elétrica da Cemig.

3.27 Poste Particular

Poste situado na propriedade do consumidor, com a finalidade de fixar, elevar e/ou desviar o ramal de ligação.

3.28 Ramal de Entrada

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pelos consumidores entre o Ponto de Entrega e a medição ou a proteção geral da subestação.

3.29 Ramal de Entrada Embutido

É o ramal de entrada instalado dentro de eletroduto que não passa pelo piso e é para atendimento à demanda até 95kVA.

3.30 Ramal de Entrada Subterrâneo

É o ramal de entrada instalado dentro de eletroduto que passa pelo piso.

3.31 Ramal de Ligação

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pela Cemig entre o ponto de derivação da sua rede e o ponto de entrega.

3.32 Ramal Interno da Unidade Consumidora

É o conjunto de condutores e acessórios instalados internamente nas unidades consumidoras, a partir de suas medições individualizadas.

3.33 RDA

Rede de Distribuição Aérea. É a rede da Cemig onde os equipamentos e condutores são instalados de forma aérea a partir das subestações. Como particularidade, essa rede pode ter vãos de condutores que são instalados de forma subterrânea.

3.34 RDR

Rede de Distribuição Rural. É a rede da Cemig instalada em área rural dentro da propriedade particular do consumidor.

3.35 RDS

Rede de Distribuição Subterrânea. É a rede da Cemig onde os equipamentos e condutores são instalados de forma subterrânea a partir das subestações.

3.36 RDU

Rede de Distribuição Urbana. É a rede da Cemig instalada em vias públicas.

3.37 Relé com as funções 50 e 51 fase e neutro

É o relé secundário microprocessado, de proteção de sobrecorrente, utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral.

3.38 Relé com a função 32

É o relé secundário microprocessado de proteção direcional de potência utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral da subestação, exceto a subestação nº 3, quando da utilização de geração própria.

3.39 Subestação de Entrada de Energia Elétrica

É a estação com uma ou mais das funções de gerar, medir, controlar a energia elétrica ou transformar suas características, quando fazendo parte das instalações de utilização (instalações de propriedade do consumidor).
Detalhadamente, é a instalação compreendendo o ramal de entrada, poste ou pontalete particular, caixas, dispositivo de proteção, aterramento e ferragens, de responsabilidade do consumidor, preparada de forma a permitir a ligação da unidade consumidora à rede da Cemig.

3.40 Unidade consumidora

São as instalações de um único consumidor, caracterizadas pela entrega de energia elétrica em um só ponto de entrega, com um só nível de tensão e com medição individualizada.

3.41 Via Pública

Toda área de terreno destinada ao trânsito público e assim reconhecida pelos poderes competentes.

CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 As unidades consumidoras, sejam residenciais, comerciais ou industriais, devem ser atendidas através de uma única entrada de serviço, com apenas uma única medição de energia. No caso de subestação compartilhada cada unidade consumidora terá a sua medição e proteção separadamente.

1.2 As unidades consumidoras somente serão ligadas após vistoria e aprovação do padrão de entrada pela Cemig, de acordo com as condições estabelecidas nesta norma.

1.3 O atendimento ao pedido de ligação não transfere a responsabilidade técnica à Cemig, quanto a segurança e integridade das instalações elétricas internas da unidade consumidora.

1.4 O atendimento deve ser híbrido, onde aplicável, conforme o Anexo B.

1.5 Será necessário a apresentação de autorização do órgão ambiental competente e gestor da unidade de atendimento para a(s) ligação(ões) da(s) unidade(s) consumidora(s) e/ou subestação (ões) de entrada de energia elétrica situada(s) em Área(s) de Preservação Permanente – APP.

1.2 As edificações constituídas predominantemente por estabelecimentos comerciais somente podem ser consideradas uma única unidade consumidora, caso atendam ao disposto no artigo 18 da Resolução 414/2010, da ANEEL, ou outra resolução em vigor. Caso isto ocorra, o atendimento deve ser como previsto nesta Norma. Caso contrário, o atendimento deve ser como previsto na ND-5.2 (área de atendimento por RDA - Rede de Distribuição Aérea) ou ND-5.5 (área de atendimento por RDS - Rede de Distribuição Subterrânea - ou com previsão de vir a sê-lo).

1.3 O padrão de entrada das unidades consumidoras já ligadas que estiverem em desacordo com as exigências desta Norma, e que ofereçam riscos à segurança, devem ser reformados ou substituídos dentro do prazo estabelecido pela Cemig, sob pena de suspensão do fornecimento de energia, conforme previsto na Resolução 414/2010, da ANEEL , ou outra resolução em vigor.

1.5 O dimensionamento, a especificação e construção do padrão de entrada e das instalações internas da unidade consumidora devem atender às prescrições da NBR-14039 e da NBR-5410, em sua última revisão/edição.

2. PONTO DE ENTREGA

O ponto de entrega, que corresponde à conexão do ramal de entrada do consumidor ao sistema elétrico da Cemig, é identificado de acordo com as seguintes situações:

2.1 RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO

Para atendimento em local atendido por rede aérea , o ramal de ligação deve ser aéreo. Neste caso o ponto de entrega está situado conforme a seguir:

a) Nas buchas primárias do transformador do cliente para atendimento através da Subestação nº 1

b) Nos TC e TP de medição da Cemig nos atendimentos através das Subestações nº 2 a 5

c) Na conexão do ramal de entrada com a rede de distribuição de energia elétrica da Cemig para atendimento através da Subestação nº 6 (Subestação Móvel).

2.2 RAMAL DE LIGAÇÃO SUBTERRÂNEO

Para atendimento em local atendido por rede subterrânea, o ramal de ligação deve ser subterrâneo. Neste caso o ponto de entrega está situado na caixa de inspeção instalada pelo consumidor no passeio público, junto à divisa da propriedade e é representado pela conexão entre os condutores dos ramais de entrada e de ligação subterrâneos.

3. TENSÕES DE FORNECIMENTO

3.1 Esta Norma, em princípio, aplica-se ao fornecimento de energia elétrica em média tensão até o limite de 2500 kW de demanda contratada conforme Artigo 12, Inciso III da Resolução 414/2010 da ANEEL com os seguintes parâmetros:

a) tensão fase-fase 13,8 kV, sistema trifásico, em delta, freqüência 60 Hz;
b) tensão fase-fase 22 kV, sistema trifásico, em delta, freqüência 60 Hz;
c) tensão fase-fase 34,5 kV, sistema trifásico, em delta (ou estrela), freqüência 60 Hz;

3.2 Quando as condições técnico-econômicas do sistema permitirem, podem ser atendidas instalações consumidoras com demandas superiores ao limite estabelecido no item anterior.

3.3 O neutro do sistema secundário (sistema multiaterrado) é acessível e deve ser diretamente interligado à malha de aterramento da unidade consumidora e ao neutro do(s) transformador(es).

4. CRITÉRIOS DE ATENDIMENTO ÀS EDIFICAÇÕES

Os critérios de atendimento às unidades consumidoras são definidos em função da demanda máxima prevista no projeto em kVA, ou seja, a demanda calculada, e que deve fundamentar o dimensionamento de todos os componentes da entrada de serviço. Se houver previsão para o aumento do fator de carga ou para a instalação de carga futura, os dimensionamentos devem ser negociados com a distribuidora antes da apresentação do projeto elétrico.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

4.1.1 UNIDADES CONSUMIDORAS COM DEMANDA DE ATÉ 300KW , COM UM TRANSFORMADOR INSTALADO NO POSTE E TENSÃO SECUNDÁRIA ATÉ 440/254V

Essas unidades terão a medição a três elementos e a proteção instaladas na baixa tensão. Opcionalmente, estas unidades consumidoras podem ter a medição a três elementos e a proteção instaladas na média tensão, respeitando as características das subestações nº 2, 4 ou 5 previstas no item 8 (Tipos de Subestações), página 4-10.

4.1.2 UNIDADES CONSUMIDORAS COM DEMANDA DE ATÉ 300KW E TENSÃO SECUNDÁRIA SUPERIOR A 440/254V

Estas unidades terão a medição a três elementos e a proteção por disjuntor instalados na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor. Somente no caso da Subestação nº 3 a proteção será na média tensão através de chave fusível.

4.1.3 UNIDADES CONSUMIDORAS COM DEMANDA ACIMA DE 300KW

Estas unidades terão a medição a três elementos e a proteção por disjuntor instalados na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor. Somente no caso da Subestação nº 3 a proteção será na média tensão através de chave fusível.

4.2 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

4.2.1 A proteção (exceto para a Subestação nº 1), a seção dos condutores e barramentos devem ser dimensionadas em função da potência do(s) transformador(es), definido(s) com base na demanda provável, de acordo com as tabelas do Capítulo 5, exceto a medição que deve ser dimensionada a critério da Cemig.

4.2.2 O disjuntor da Subestação nº 1 deve ser especificado conforme a Tabela 1, página 5-2. Excepcionalmente, o disjuntor pode ser especificado conforme a fórmula do item 8.1.5, página 4-10.

4.2.3 Para todos os cálculos deve ser considerada como corrente nominal aquela relativa à demanda provável (em kW, ou em kVA, considerando fator de potência 0,92) acrescida de 5%.

4.2.4 A demanda mínima e máxima a ser contratada quando da utilização da Subestação nº 1 deve ser conforme a tabela abaixo:

Transformador (kVA)	Demanda mínima a ser contratada (kW)	Demanda máxima a ser contratada (kW)
75	30	75
112,5	56	112
150	75	150
225	112	225
300	150	300

5. CONSULTA PRÉVIA

5.1 Antes de construir ou mesmo adquirir os materiais para a execução da entrada de serviço e da subestação, os projetistas devem procurar uma Agência de Atendimento da Cemig, visando obter, inicialmente, informações orientativas a respeito das condições de fornecimento de energia à edificação em sua fase definitiva e na etapa de ligação de obra.

5.2 As informações orientativas estão contidas em publicações especiais da Cemig (distribuição gratuita) denominadas "Manual do Consumidor", que apresentam as primeiras providências a serem tomadas pelos projetistas relativas a:

5.2.1 Verificação da posição e do tipo de rede de distribuição existente no local próximo à edificação.

5.2.2 Definição do tipo de atendimento e assinatura de contrato.

5.2.3 Apresentação de projeto elétrico, necessário a todos os tipos de fornecimento incluídos nessa Norma, com assinatura do Responsável Técnico (RT) pelo projeto e do proprietário.

5.2.4 Verificação da posição da rede de média tensão em relação ao imóvel.

5.2.5 Carga instalada a ser ligada.

5.2.6 Localização e escolha do tipo de subestação.

5.2.7 Verificação do desnível da edificação em relação à posteação da rede.

5.2.8 Identificação clara da numeração da edificação; a numeração predial deve ser legível, indelével e sequencial.

5.2.9 Perfeita demarcação da propriedade, tanto de unidades consumidoras localizadas em áreas urbanas quanto de unidades consumidoras localizadas em áreas rurais.

5.3 A Cemig se reserva no direito de não efetuar a ligação caso a carga declarada não estiver compatível com a carga instalada no local.

5.4 Em alguns casos, após a definição do tipo de atendimento, deve ser gerado um pedido de estudo de rede. O consumidor deve aguardar os resultados, para somente após solicitar a vistoria do padrão e a ligação da unidade consumidora.

6. PEDIDO DE LIGAÇÃO E PROJETO ELÉTRICO

6.1 REQUISITOS GERAIS

6.1.1 Após realizados os esclarecimentos preliminares aos consumidores sobre as condições gerais do fornecimento de energia, a Cemig deve solicitar-lhes a formalização do pedido de ligação.

6.1.2 Para as solicitações de ligações novas ou aumento de carga, o consumidor deve apresentar à Cemig o projeto elétrico juntamente com uma cópia da ART de projeto. O projeto elétrico será analisado pela Cemig somente mediante a apresentação da ART de projeto.

6.1.3 A Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória, após a análise de conformidade do projeto elétrico com as normas Cemig e ABNT, vistoria e aprovação dos respectivos padrões de entrada, que devem atender às prescrições técnicas contidas nesta norma e no projeto elétrico. Adicionalmente, a Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória se a carga declarada no projeto elétrico estiver disponível para conferência no ato da ligação.

6.1.4 As instalações elétricas internas de baixa tensão da unidade consumidora devem ser especificadas, projetadas e construídas de acordo com as prescrições das NBR-5410 e 5419, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança, e aquelas em média tensão de acordo com as prescrições da NBR-14039, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança. Os detalhes destas instalações internas não devem constar no projeto apresentado à Cemig.

6.1.5 A Cemig se reserva no direito de vistoriar as instalações elétricas internas da unidade consumidora e não efetuar a ligação caso as prescrições das NBR 5410 e 5419 não tenham sido seguidas em seus aspectos técnicos e de segurança.

6.1.6 O consumidor deve, ainda, obedecer às legislações específicas aplicáveis, relativas ao tipo de atividade a que se destina a unidade consumidora.

6.1.7 No caso de clínicas e hospitais, deve ser observado o cumprimento da Resolução RDC-50, de 21-02-2002 (ou sua versão mais atual) do Ministério da Saúde.

6.2 LIGAÇÃO PROVISÓRIA

6.2.1 Caracterizam-se por serem efetuadas com ou sem medição, por um prazo máximo de 3 (três) meses e através de somente um padrão de entrada para cada unidade consumidora.

6.2.2 As ligações provisórias destinam-se à ligação de parques de diversões, circos, feiras e exposições agropecuárias, comerciais ou industriais, solenidades festivas, shows e obras públicas, com demanda superior a 75kVA e igual ou inferior a 300kVA.

6.2.3 No caso de atendimento na média tensão com medição deve ser construída uma subestação conforme as exigências da ND-5.3. Caso contrário, o consumidor deve providenciar a instalação de uma estrutura na divisa da propriedade particular com o passeio ou via pública. Esta estrutura será o ponto de entrega. A partir deste ponto de entrega o consumidor instalará equipamentos e rede de sua propriedade.

6.2.4 O atendimento na média tensão com ou sem medição fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-6.

6.2.7 Excepcionalmente no caso de parque de exposições agropecuárias, comerciais ou industriais, o atendimento pode ser feito através de uma entrada de energia elétrica em baixa tensão para a ligação do padrão definitivo de uso individual ou de uso coletivo e de outra entrada de energia elétrica em baixa ou média tensão para a ligação provisória.

6.2.8 Caberá ao consumidor fornecer os cabos necessários para a ligação à rede (ramal de ligação), que lhe serão devolvidos quando do desligamento.

6.2.9 A Cemig, caso não seja instalada medição, deve calcular a demanda máxima da instalação e, em função do tempo total da ligação, cobrar , antecipadamente, o consumo/demanda e as taxas devidas.

6.2.10 A subestação pode ser instalada em carretas ou caminhões, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento, de acordo com o item 7, página 4-9.

6.2.11 Em quaisquer circunstâncias os cabos e eletrodutos para o ramal de ligação devem ser fornecidos e instalados pelo consumidor. A Cemig somente conectará o ramal de ligação à rede de derivação.

6.2.12 Opcionalmente, o faturamento e o atendimento pode ser na baixa tensão.

6.3 LIGAÇÃO DE OBRAS

6.3.1 Caracteriza-se como ligação de obras aquela efetuada com medição, sem prazo definido, para o atendimento das obras de construção ou reforma da edificação.

6.3.2 O consumidor deve apresentar a relação de cargas a serem utilizadas durante a obra para a definição do tipo de fornecimento aplicável.

6.3.3 O padrão de entrada pode corresponder a qualquer um dos tipos apresentados pela ND-5.1 para carga instalada até 300 kW e atendimento na baixa tensão; para carga instalada superior a 75 kW o atendimento pode ser na média tensão e deve ser utilizado um dos tipos de subestações definido nesta norma.

6.3.4 O atendimento pela Cemig ao pedido de ligação de obras ficará condicionado ainda, à apresentação dos seguintes dados:

a) projeto elétrico e ART de projeto das instalações elétricas, de acordo com as exigências do item 6.5, página 2-6;
b) esquema vertical indicando distâncias em relação à rede Cemig de baixa e média tensão.

6.3.5 O atendimento a obras em média tensão pode ser executado através de subestação instalada em carreta, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento de acordo com o item 7, página 4-9; pode ainda ser executado através de Cubículo de Medição a três elementos de acordo com o item 8.3, página 4-11.

6.3.6 O atendimento fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-6.

6.4 LIGAÇÃO DEFINITIVA

6.4.1 As ligações definitivas correspondem às ligações das unidades consumidoras com medição e em caráter definitivo de acordo com um dos padrões indicados nesta norma.
6.4.2 A Cemig efetuará o desligamento da ligação de obras por ocasião da execução da ligação definitiva.

6.4.3 A ligação da unidade consumidora será efetuada pela Cemig somente após o pedido feito pelo seu proprietário e/ou seu representante legal.

6.4.4 Mediante contrato específico firmado entre a Cemig e o consumidor, pode ser acordada a alimentação em pontos distintos e pré estabelecidos de subestação móvel (instalada em carreta ou caminhão). Nestes casos o ponto de entrega será a rede da Cemig, e caberá ao consumidor fornecer o ramal de entrada, cabendo à Cemig efetuar os desligamentos e religações nos pontos acordados. A subestação móvel deve atender ao disposto no item 8.6, página 4-12.

6.4.5 O atendimento fica condicionado à apresentação de projeto elétrico conforme os critérios estabelecidos no item 6.5, página 2-6.

6.5 REQUISITOS MÍNIMOS PARA ANÁLISE DO PROJETO ELÉTRICO

Para serem analisados pela Cemig, os projetos elétricos das entradas de serviço das unidades consumidoras (entregues à Cemig junto com o pedido de ligação de obras) devem ser apresentados em qualquer formato ABNT conforme a NBR 5984, em três vias (cópias heliográficas, xerox ou emitidas por impressoras), das quais uma será devolvida, devidamente analisada, ao interessado. Para serem analisados pela Cemig os projetos elétricos devem ser apresentados juntamente com o recolhimento da(s) Anotação(ções) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG , que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto.

Os documentos do projeto devem possuir folha de rosto (para formato A4) ou um espaço (para os demais formatos) de acordo com o ANEXO C, devidamente preenchidos com os dados solicitados. O proprietário ou seu procurador legalmente constituído através de procuração registrada em cartório e RT(s) devem assinar nas cópias, não sendo aceitas cópias de originais previamente assinados. O procedimento deve ser o mesmo caso a parametrização do relé seja feita em folhas separadas do projeto elétrico, ou seja, devem ser numeradas e assinadas pelos responsáveis técnicos de projeto e execução e pelo proprietário e os mesmos devem vistar todas as folhas.

Os projetos devem conter, no mínimo, as seguintes informações relativas ao imóvel e às suas instalações elétricas:

6.5.1 DADOS DO IMÓVEL NO PROJETO ELÉTRICO

6.5.1.1 Nome, telefone e CPF/CNPJ do proprietário ou do seu procurador legalmente constituído através de procuração registrada em cartório. Neste caso deve ser enviado à Cemig juntamente como o projeto elétrico uma cópia da citada procuração.

6.5.1.2 Finalidade (residencial, comercial, industrial, agrícola, atividade rural predominante, mineração, irrigação predominante, atividade econômica predominante, etc.).

6.5.1.3 Localização (endereço, planta de situação da edificação e do lote em relação ao quarteirão e às ruas adjacentes com distâncias da edificação até a rede de baixa e/ou média tensão da Cemig, em escala ou cotas), no caso de unidades consumidoras urbanas, ou planta de situação com indicação do local para construção da subestação, amarrada topograficamente a pontos notáveis como rodovias, ferrovias, edificações, etc., no caso de unidades consumidoras situadas fora de áreas urbanas. Sempre que a construção for do mesmo lado da rede, o projeto elétrico deve conter a informação das distâncias entre a rede da Cemig (baixa e média tensão) e a edificação.

6.5.1.4 Fazer o desenho longitudinal demonstrando marquises, terraços, janelas, avanços da edificação sobre o passeio público, etc., o que for o caso, com suas respectivas distâncias à rede da Cemig (ou apresentar cópia do projeto arquitetônico, desde que o mesmo contenha estas informações).

6.5.1.5 Número de unidades consumidoras da edificação (por tipo e total).
6.5.1.6 Área útil dos apartamentos residenciais.

6.5.1.7 Número predial da edificação.

6.5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONSTANTES DO PROJETO ELÉTRICO

6.5.2.1 Listagem da carga instalada indicando quantidade e potência em kW e kVA, rendimento nos casos de motores, fator de potência e tensão de operação de cada tipo de carga.

6.5.2.2 Memória de cálculo da demanda provável em kVA e kW (considerando, no mínimo, fator de potência 0,92); esse cálculo, de responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pelo projeto bem como o fator de demanda deve contemplar todas as cargas e seu regime mais severo de funcionamento contínuo.

6.5.2.3 Lista detalhada dos materiais, equipamentos e dispositivos a serem utilizados na subestação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) tipo;
b) fabricante;
c) principais características elétricas.

6.5.2.4 Desenho completo (planta e cortes necessários) da subestação, com indicação precisa da instalação dos equipamentos de proteção e transformação e acessórios, cabos, aterramento, ventilação (natural ou forçada), espaço de manobra, iluminação natural, artificial e iluminação de emergência.

6.5.2.5 Diagrama unifilar completo das instalações da subestação desde o ponto de entrega incluindo, necessariamente, o ponto de medição.

6.5.2.6 Cronograma de demanda em kVA e kW quando a carga listada de acordo com o item 6.5.2.1, página 2-7, corresponder a mais de uma etapa de implantação da unidade consumidora. Se for muito grande a diferença entre as demandas pode ser necessário programar a troca dos TC de medição e/ou de proteção. Lembramos que pode ser usado TC com relação múltipla.

6.5.2.7 Memória de cálculo do ajuste das proteções (inclusive ajuste de disjuntor de baixa tensão onde aplicável) utilizadas, com catálogos anexos (ou cópia legível) contendo as características (curvas) de atuação e coordenograma de atuação da proteção com os ajustes indicados (ver Anexo A); a programação dos relés de proteção é responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pela execução do projeto, que deve estar no local quando a Cemig for receber a subestação; caberá a Cemig acompanhar a parametrização e selar o dispositivo do relé destinado ao selo da concessionária.

6.5.2.8 Detalhamento das cargas especiais como a partida de motores (de grande potência - maior que 50 cv - ou de pequena potência com partidas simultâneas), fornos a arco, etc., com estudo detalhado da queda de tensão e solicitação ao sistema.

6.5.2.9 Diagrama unifilar detalhado da geração própria e/ou do sistema de emergência e o detalhamento das suas características de funcionamento, se for o caso.

6.5.2.10 Planta de aterramento com todas as características: caixas, condutor, hastes, etc.

6.5.3 RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

6.5.3.1 Nome, número de registro do CREA-MG ou de outro CREA e assinatura (indelével e de próprio punho aposta nas cópias do projeto) do(s) responsável(veis) pelo projeto das instalações elétricas.

6.5.3.2 Recolhimento da(s) Anotação(ções) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG , que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto.

6.5.3.3 A análise do projeto elétrico ficará condicionada à apresentação das ART de projeto.

6.5.3.4 Apresentar juntamente com o projeto correspondência atestando a preservação dos direitos autorais ou incluir nota no projeto elétrico com os seguintes dizeres: “Eu, responsável técnico por este projeto, declaro conhecer o disposto na Lei Federal 5194/66 de 24-12-1966, na Lei 9610/98 de 19-02-1998 e nas

Resoluções, Instruções Normativas e Atos do CONFEA e do CREA-MG, responsabilizando-me, única e exclusivamente, administrativa ou judicialmente, em caso de arguição de violação dos direitos autorais”.

6.5.3.5 Se houver geração própria, cabe à Cemig receber, analisar e liberar os documentos e projetos elétricos que demonstram o funcionamento de grupos geradores apenas no que se refere a sua conexão ao sistema elétrico.

6.5.3.6 As demais autorizações e documentos para o funcionamento dos referidos grupos geradores devem ser obtidas junto aos órgãos competentes (Prefeituras, Corpo de bombeiros, ANEEL, etc.) ficando dispensado o envio de cópia destas autorizações, documentos e protocolos emitidos por estes órgãos para a análise da Cemig.

6.5.4 OUTRAS INFORMAÇÕES PARA ANÁLISE DO PROJETO ELÉTRICO

6.5.4.1 Não pode ser apresentado o projeto elétrico de detalhes das instalações internas da unidade consumidora (a partir da saída do padrão de entrada).

6.5.4.2 O responsável técnico ou cliente receberá da Cemig uma via do projeto elétrico analisado.

6.5.4.3 No caso de não execução do projeto já analisado pela Cemig, no prazo de 12 meses, o cliente deve revisá-lo conforme a norma Cemig ND-5.3 vigente e deve encaminhá-lo para nova análise da Cemig.

6.5.4.4 No caso de necessidade de alterações do projeto elétrico já analisado pela Cemig é obrigatório encaminhar o novo projeto para análise pela Cemig.

6.5.4.5 A Cemig terá um prazo de 15 (quinze) dias corridos, a contar da data do protocolo de entrada do projeto, para análise do mesmo.

6.5.4.6 No projeto elétrico devem constar, no mínimo, as seguintes notas:

a) A Cemig fica autorizada a reproduzir cópias desse projeto para uso interno, se necessário, bem como fazer arquivamento pelo processo que lhe for conveniente.
b) As informações/detalhes não contidos neste projeto estão de acordo com a norma Cemig ND-5.3.
c) A carga declarada no projeto estará disponível para conferência no ato da ligação.
d) Eu (nome do cliente) declaro que estou ciente das responsabilidades legais inerentes à energização acidental de circuitos elétricos da concessionária por equipamentos de geração própria existentes na instalação, ou que vierem a ser instalados dentro de minha propriedade.

6.5.4.7 A Cemig pode exigir que sejam fornecidos para cada motor os seguintes dados: tipo de motor, potência, tensão, corrente de partida, corrente nominal, relação Ip/In, fator de potência na partida, fator de potência em regime, tempo de rotor bloqueado, nº de pólos, tipo de carga acionada, tempo de aceleração, nº de terminais disponíveis na caixa de ligação, número de partidas (por hora, por dia, etc.), ordem de partida dos motores (em caso de partida seqüencial de dois ou mais motores), simultaneidade de partida (relacionar motores que partem simultaneamente), potência e impedância percentual do transformador que irá alimentar esse motor, dispositivo de partida a ser empregado e ajustes do dispositivo de partida, etc. A falta de fornecimento de algum desses dados pode prejudicar a análise da Cemig. Se necessário, outras informações sobre os motores podem ser solicitadas.

6.5.4.8 Devem ser relacionadas ainda eventuais cargas sensíveis a flutuações de tensão.

6.5.4.9 No projeto elétrico não deve constar informação sobre o equipamento de proteção que será instalado pela Cemig na derivação de sua rede tais como elo fusível, religador, chave, etc.

6.5.5 OBSERVAÇÃO

6.5.5.1 O projeto elétrico é apenas uma das etapas necessárias para ligação da unidade consumidora. Após sua análise, e sendo o mesmo julgado conforme, outras etapas terão que ser implementadas, exigindo novas interações entre o interessado e a Cemig. Essas etapas são principalmente as relativas a:

a) Eventual necessidade de extensão/modificação de rede Cemig, com análise técnica e comercial, podendo haver custos para o interessado, na forma da legislação (isso inclui apresentação de orçamento, recebimento, assinatura de carta-acordo, elaboração e execução do projeto de extensão/modificação).
b) Pedido de vistoria e ligação da unidade consumidora.

6.5.5.2 Todas essas etapas são sucessivas e podem envolver o cumprimento de prazos legais, motivo pelo qual o interessado deve apresentar o projeto elétrico da unidade consumidora à Cemig com a devida antecedência em relação ao mês/ano desejado para ligação.

7. AUMENTO E REDUÇÃO DE DEMANDA

7.1 O aumento de demanda deve ser solicitado à Cemig, para análise das modificações que se fizerem necessárias na rede e/ou subestação, mediante a apresentação de projeto elétrico de acordo com o item 6.5, página 2-6.

7.2 No caso de haver previsão futura de aumento de carga, é permitida a instalação de condutores e barramentos em função da carga futura. Por ocasião do pedido de aumento de carga ou demanda escalonada, apenas o ajuste da proteção e/ou troca do transformador (ou acréscimo de transformador) serão efetivados.

7.3 Unidades consumidoras cuja proteção seja através de relé microprocessado devem apresentar nova memória de cálculo dos ajustes e coordenograma para todo aumento ou redução da demanda contratada.

7.4 Qualquer aumento de demanda está condicionado à substituição de relé primário (fluido dinâmico) por relé microprocessado, substituição do ramal de ligação ou de entrada convencional(nu) ou protegido por ramal de ligação ou de entrada isolados e demais adequações da proteção e subestação, inclusive da proteção da derivação da rede da Cemig, conforme diretrizes do item 9, página 2-11.

7.5 Para redução de demanda nos atendimentos através da Subestação nº 1, se houver troca de transformador para atender o item 4.2.4, página 2-3, a subestação deve se adequar a esta norma, inclusive o ramal de ligação e com apresentação de projeto elétrico. Se não for necessária a substituição do transformador e se a subestação estiver em bom estado de conservação e não oferecer condição insegura, será necessário apenas um projeto elétrico para a definição da nova proteção geral.

7.6 Excepcionalmente, não é aplicável o critério constante da tabela do item 4.2.4, página 2-3 (contrato de demanda de, no mínimo, 50% da potência do transformador) nos casos de solicitação de redução ou aumento de demanda nos atendimentos através da Subestação nº 1 que esteja ligada a mais de 24 (vinte e quatro) meses.

7.7 Para as demais subestações, as mesmas devem se adequar a esta norma.

8. GERAÇÃO PRÓPRIA

8.1 A unidade consumidora pode possuir sistema de geração própria, sendo os custos dessa instalação às expensas do consumidor.

8.2 COM INJEÇÃO DE POTÊNCIA NO SISTEMA DA CEMIG

8.2.1 A construção de um sistema de geração própria, caracterizando um produtor independente, autoprodutor, PCE (Pequena Central Elétrica), centrais de cogeração ou assemelhado, deve ser objeto de consulta à Cemig , que fornecerá as informações necessárias , inclusive as informações para o acordo operacional definido para cada caso da área de operação. Esse acordo operacional, a ser firmado entre o cliente e a Cemig, é indispensável para que o sistema de geração própria entre em funcionamento.

8.2.2 Os critérios técnicos para o atendimento ao gerador deve ser conforme a norma Cemig ND-5.31: Requisitos para a conexão de Acessantes - Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Média Tensão.

8.3 SEM INJEÇÃO DE POTÊNCIA NO SISTEMA DA CEMIG

8.3.1 O sistema de geração própria , composto de grupo motor-gerador, será utilizado para atendimento às situações emergenciais ou a critério do consumidor. Este sistema não pode causar qualquer problema técnico ou de segurança ao sistema da Cemig e /ou outras unidades consumidoras.

8.3.2 Os equipamentos do sistema de geração própria não podem ser instalados dentro da subestação de entrada geral, exceto o relé de proteção direcional (função 32), os TP e os TC de proteção.

8.3.3 A proteção dos equipamentos e sistema de geração própria da unidade consumidora é de responsabilidade do consumidor. A Cemig não se responsabilizará por qualquer eventual dano no sistema de geração própria e nem por eventuais problemas de fator de potência na instalação consumidora detectados pela medição de faturamento.

8.3.4 O sistema de geração própria pode ser utilizado para alimentar todas as cargas da unidade consumidora ou para alimentar parte das cargas.

8.3.5 O sistema de geração própria pode operar em regime de paralelismo ou sem regime de paralelismo com relação ao fornecimento da Cemig.

8.4 OPERAÇÃO EM REGIME DE PARALELISMO

O paralelismo do sistema de geração própria da unidade consumidora com o sistema da Cemig será permitido conforme as condições abaixo:

8.4.1 A conexão do sistema de geração própria da unidade consumidora ao sistema Cemig será efetuada pelo disjuntor de interligação, ou seja, esta conexão não pode ser feita através do disjuntor de proteção geral da subestação de entrada de energia.

8.4.2 A subestação de entrada deve ser provida de relés que desempenhem as seguintes funções de proteção no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada:

a) função de sobrecorrente (50/51, 50/51N), com ajustes conforme os critérios constantes do Anexo A, que deve atuar quando ocorrerem faltas internas na unidade consumidora;

b) função de potência inversa (32), para atuar nos casos em que ocorrer fluxo reverso para a rede da Cemig, sendo a instalação do relé conforme a seguir:

   b.1 a instalação deve ser nas mesmas condições que o relé de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N);
   b.2 o ajuste máximo deve ser de 5% da potência de geração por até 15 segundos;
   b.3 o relé deve ser trifásico, eletrônico e microprocessado;
   b.4 o relé deve ser instalado na subestação de entrada;
   b.5 devem ser usados 3(três) TP para proteção 13,8/1,73 ou 22/1,73 ou 34,5/1,73 conforme o sistema de distribuição da Cemig, exceto para atendimento através da Subestação nº 1 e da Subestação nº 3.
   b.6 devem ser usados 3(três) TC para proteção, com dimensionamento a critério do projetista, levando-se em consideração, entre outros fatores, o nível de curto circuito na derivação da rede da Cemig para a unidade consumidora.

8.4.3 No disjuntor de proteção geral da subestação de entrada somente podem existir as funções de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N) e de potência inversa (32); outras funções de proteção, tais como função de

check de sincronismo (25) não podem existir no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada; Esse disjuntor não pode ser manobrado como parte do estabelecimento do paralelismo.

8.4.4 Todo o sistema de geração própria, e a operação de geradores, devem ser testados pelo fabricante e/ou pela empresa responsável pela montagem na presença de inspetores da Cemig.

8.4.5 O consumidor é responsável legalmente sobre os eventuais danos materiais e pessoais decorrentes da energização dos circuitos da Cemig quando estes estiverem fora de operação.

8.4.6 No projeto elétrico devem constar o diagrama unifilar elétrico funcional do sistema de geração própria, contendo os detalhes de intertravamento e da proteção, o cálculo de curto-circuito, ajustes e estudo de coordenação das proteções, e as características do grupo motor-gerador.

8.5 OPERAÇÃO SEM REGIME DE PARALELISMO

8.5.1 Os circuitos de emergência (suprimento de iluminação de balizamento, alimentação de bombas de sistema anti-incêndio, etc) devem ser instalados independentemente dos demais circuitos, em eletrodutos exclusivos, passíveis de serem vistoriados pela Cemig; as cargas a serem alimentadas pelo sistema de geração devem ser informadas no projeto elétrico.

8.5.2 O sistema de geração própria deve ser provido de chave comutadora que impeça a alimentação simultânea das cargas pelo sistema de fornecimento da Cemig e pelo sistema de geração própria, sendo que o consumidor somente terá acesso à manopla de operação, devendo o acesso às conexões desta chave estar em ambiente selado pela Cemig. Opcionalmente em substituição à chave comutadora, o intertravamento elétrico e mecânico e a transferência entre o sistema da Cemig e o gerador pode ser feito automaticamente através de um painel de transferência com a utilização de contatores. Neste caso o acesso às conexões dos contatores também deve estar em ambiente selado pela Cemig.

8.5.3 No projeto elétrico deve constar o diagrama unifilar elétrico e funcional, com detalhes de intertravamento e da proteção, os desenhos indicando a independência entre o sistema de geração própria e o sistema da Cemig, a localização e características da chave de comutação ou do painel de transferência, e as características do grupo motor-gerador.

9. PROTEÇÃO NA DERIVAÇÃO DA REDE DA CEMIG

A proteção na derivação da rede da Cemig deve ser conforme a seguir:

9.1 Para demanda contratada até 150 kW deve ser utilizado chave fusível com elo dimensionado de acordo com a Tabela 19, página 5-13.

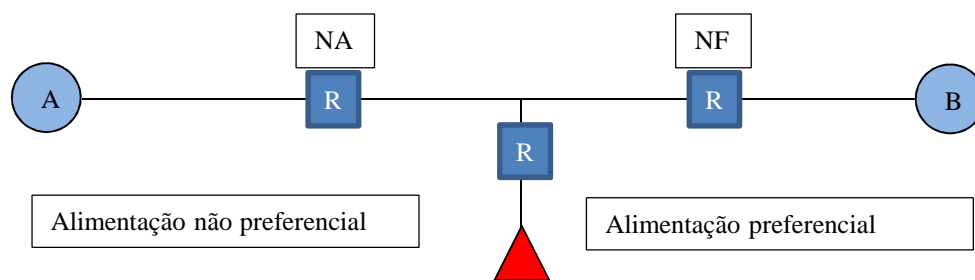
9.2 Para atendimento a clientes enquadrados nos casos descritos abaixo deve ser prevista, por condição técnica, a instalação de um religador trifásico microprocessado na derivação da rede de média tensão da Cemig para a unidade consumidora :

a) Clientes atendidos a partir de derivações da rede de distribuição, cuja proteção da derivação não permita coordenação através de elo fusível;
b) Nos atendimentos a subestações compartilhadas da média tensão;
c) Nos casos em que a demanda contratada for superior a 150kW e igual ou inferior a 2500 kW, mas não seja possível coordenação da proteção com elo fusível para o ponto da rede onde há previsão de atendimento ao cliente.

9.3 Conforme estabelece o artigo 12, inciso IV, da Resolução 414 / 2010 da ANEEL, caso a demanda a ser contratada seja superior a 2.500 kW, a tensão primária de atendimento ao consumidor deve ser igual ou superior a 69 kV. No entanto o consumidor pode optar pelo atendimento em tensão diferente, desde que haja viabilidade técnica do subsistema elétrico, sendo de sua responsabilidade os investimentos adicionais necessários ao atendimento.

Neste contexto, o critério mínimo de atendimento aos novos consumidores ou aos consumidores existentes com solicitação de aumento de demanda, na rede de média tensão (13,8 kV, 22kV ou 34,5 kV), cujo valor de demanda contratada seja superior a 2.500 kW e inferior a 6.000 kW, se dará da seguinte forma:

a) Dupla alimentação com automatismo via religadores e integração com o Centro de Operação da Distribuição (COD) da Cemig. Os dois alimentadores podem ser da mesma subestação, desde que as redes de média tensão envolvidas tenham traçados diferentes.
b) Os alimentadores podem ser compartilhados com outras unidades consumidoras. Contudo, a alimentação 'não preferencial' deve ser capaz de assumir integralmente a carga do cliente de média tensão, quando dos desligamentos programados e não programados do alimentador preferencial.
c) Em conformidade com esta norma, uma vez que a demanda do consumidor é superior a 2.500 kW, deve ser instalado, também, um religador na derivação da rede de média tensão da Cemig para o consumidor.
d) Os três religadores devem estar o mais próximo possível da unidade consumidora , principalmente o religador de entrada do ramal de ligação.

A figura a seguir ilustra a topologia de atendimento para esta condição:

9.4 Para consumidores com demanda superior a 6 MW o atendimento deve ser em tensão primária igual ou superior a 69 kV, conforme solução técnica a ser definida pela Cemig.

10. CRITÉRIOS COMPLEMENTARES DE ATENDIMENTO ÀS EDIFICAÇÕES

10.1 O projeto, as especificações dos materiais, equipamentos e dispositivos e a execução das instalações elétricas internas da unidade consumidora devem atender às normas da ABNT, podendo a Cemig vistoriá-las no intuito de verificar se os requisitos mínimos das mesmas estão atendidos.

10.2 A partir da ligação da unidade consumidora à rede Cemig, os condutores, equipamentos e acessórios do posto até a medição são de acesso exclusivo da Cemig, sendo vetada qualquer intervenção de pessoas não credenciadas aos mesmos, assim como aos selos; o consumidor só pode atuar nas alavancas de acionamento dos dispositivos de proteção e/ou manobra situados na subestação ou após a mesma.

10.3 Não é permitido aos consumidores aumentar a carga instalada ou a demanda (em kW) além do limite correspondente ao seu tipo de fornecimento . A demanda contratada será a mesma demanda calculada no projeto; após o período experimental, caso o cliente deseje alterar este valor, deve ser apresentado novo projeto elétrico para proteção de baixa tensão ou nova metodologia para ajuste de proteção secundária considerando a nova demanda contratada; assim quando for necessário reajustar a proteção secundária em função de aumento ou diminuição de carga, será necessário apresentar somente a nova metodologia para ajuste de proteção secundária, caso esta seja feita em formato separado do projeto elétrico e, após a devida aprovação, a Cemig irá acompanhar a mudança do ajuste da proteção em "in loco".

10.4 É vetado aos consumidores a extensão de suas instalações elétricas além dos limites de sua propriedade ou a sua interligação com outras unidades consumidoras para fornecimento de energia elétrica, mesmo que gratuitamente.

10.5 O fornecimento a qualquer unidade consumidora, provisório, de obra ou definitivo, será através de um só ponto de entrega, com medição também única, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais.

10.6 Caberá ao consumidor construir a subestação e as demais instalações necessárias, cabendo à Cemig a instalação do ramal de ligação, a conexão da unidade consumidora à rede e a instalação dos equipamentos de medição (TP, TC, chave de aferição, medidores de energia e registradores eletrônicos ou medidores eletrônicos para Tarifação Horo-sazonal).

10.7 No ponto de derivação da rede da Cemig a cruzeta, a chave fusível, para-raios, condutores do ramal de ligação e demais acessórios serão fornecidos pela Cemig.

10.8 O consumidor será, para todos os fins, responsável pelos equipamentos de medição da Cemig instalados na unidade consumidora e responderá pelos eventuais danos a ele causados, por sua ação ou omissão.

10.9 As redes aéreas e subterrâneas em média tensão ou secundária de distribuição, antes ou após a medição, construídas pelo consumidor, na sua propriedade, devem atender às Normas da ABNT e da Cemig aplicáveis.

10.10 Motores trifásicos com potência até 50 cv e monofásicos com potência até 10 cv podem ter partida direta, resguardada a situação de partidas simultâneas, que demandará na apresentação de um estudo das quedas de tensão, respeitando os limites de elevação de corrente de acordo com os ajustes da proteção digital microprocessada para esta situação, de acordo com o item 6.5.2.7, página 2-7; para as demais potências, consultar a Tabela 12 do ED-1.3, Capítulo 5.

10.11 A ligação de unidade consumidora urbana será efetuada após a perfeita demarcação da propriedade, apresentação da licença devida ao desenvolvimento das atividades a que se destina e da numeração ; quando em área rural deve ser apresentada a devida licença.

10.12 Condutores conduzindo energia já medida não podem passar dentro de eletrodutos ou caixas contendo condutores conduzindo energia não medida.

10.13 A ligação da unidade consumidora à rede da Cemig não significa qualquer pronunciamento da mesma quanto as condições técnicas das instalações internas do consumidor após a medição e/ou proteção de baixa e média tensão.

10.14 Ocorrendo a ligação de cargas que não constam do projeto analisado pela Cemig, ou com regime de partida e/ou funcionamento diferente daquele apresentado no projeto e que venham a introduzir perturbações indesejáveis na rede, tais como flutuações de tensão, rádio-interferência, harmônicos, etc., a Cemig notificará o consumidor para que providencie a necessária regularização; caso seja necessária a adequação da rede, as alterações devidas serão efetuadas às expensas do consumidor.

10.15 Para todos os fornecimentos previstos nessa Norma aplicam-se os critérios constantes da Resolução 414 de 09/09/2010 da ANEEL quanto ao fator de potência de referência (0,92) e quanto à tarifação da energia reativa excedente em relação ao limite estabelecido pelo fator de potência de referência; para maiores esclarecimentos quanto à aplicação desses critérios pela Cemig o consumidor deve solicitar informações nas Agências de Atendimento da Cemig.

10.16 Os eletrodutos com energia medida ou não medida não podem conter outros condutores como, por exemplo, cabos telefônicos ou de TV a cabo.

10.17 Quando uma unidade consumidora for desligada por qualquer motivo ou consumo final e a religação for efetivada em até 6 (seis) meses, não é necessária a adequação da subestação a esta norma, desde que não haja nenhuma alteração da subestação ou dos dados cadastrais do consumidor. Se a unidade consumidora ficar desligada por um período superior a 6 (seis) meses, ou se os dados cadastrais do consumidor forem alterados,

independentemente do tempo de desligamento da unidade consumidora, a subestação deve se adequar a esta norma, inclusive com a instalação do relé secundário conforme previsto no Anexo A.

10.18 Os critérios a serem adotados quando da ligação de APART HOTEL são:

10.18.1 Regra geral

Como regra geral o APART HOTEL deve ser atendido em conformidade com a ND-5.2 (baixa tensão), por ser uma unidade consumidora de uso coletivo formada por várias unidades individuais que podem ser vendidas ou serem usadas como moradia pelo seu proprietário. Assim sendo, cada unidade autônoma terá a sua medição em baixa tensão conforme a ND-5.2.

10.18.2 Caso especial

Se o APART HOTEL for do tipo no qual os condôminos concordam expressamente que o EDIFÍCIO é destinado específica e exclusivamente para o desenvolvimento da atividade HOTEL, implicando em necessária vinculação de sua unidade autônoma a uma SOCIEDADE para que a explore durante um tempo determinado, concordando expressamente que, durante o tempo determinado não terão o direito de gerenciamento do uso das unidades autônomas de que forem proprietários, o atendimento pode ser através da ND-5.1 (baixa tensão, para carga instalada até 75kW) ou em conformidade com a ND-5.3 (média tensão, para carga instalada acima de 75kW) desde que sejam atendidas simultaneamente as seguintes condições:

a) deve ser apresentado à Cemig o alvará da prefeitura municipal autorizando o funcionamento como unidade hoteleira única;
b) no projeto elétrico deve constar nota na qual o empreendedor assuma todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2);
c) devem ser previstos eletrodutos e instalação ou espaço para instalação de agrupamentos de caixas de medição conforme a ND-5.2;
d) tanto na convenção do condomínio quanto no contrato de fornecimento de energia elétrica deve constar uma cláusula na qual a empresa exploradora da atividade HOTEL e os condôminos assumam todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2) após o tempo determinado , ou a qualquer momento, desde que essa convenção decida pelo término da atividade HOTEL;
e) não pode existir nenhuma unidade que não seja administrada e explorada pela empresa responsável pela atividade HOTEL, ou seja, nenhuma unidade pode ser terceirizada por esta empresa.

10.19 Quando a subestação possuir transformador reserva e esse ficar desligado por um período superior a 6 meses, quando da ligação/religação do mesmo deve ser apresentado laudo técnico de ensaio.

10.20 O projeto elétrico é apenas uma das etapas necessárias para ligação da unidade consumidora. Após sua análise, e sendo o mesmo julgado conforme, outras etapas terão que ser implementadas, exigindo novas interações entre o interessado e a Cemig, através de seus Agentes.
Essas etapas têm uma seqüência sucessiva à análise do projeto elétrico e são, principalmente, as relativas a:

a) eventual necessidade de extensão/modificação de rede (com análise de viabilidade técnica e comercial, podendo haver custos ao interessado);
b) pedido de vistoria e ligação da unidade consumidora.

10.21 Todas estas etapas são sucessivas e têm prazos legais para serem cumpridos, motivo pelo qual o interessado deve apresentar o projeto elétrico da unidade consumidora à Cemig com a devida antecedência em relação ao mês/ano desejado para ligação.

11. SISTEMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

11.1 Nas instalações de prevenção e combate a incêndios, os conjuntos motobombas de recalque devem ser alimentados por circuitos elétricos independentes, de forma a permitir o desligamento de todas as instalações elétricas, sem prejuízo do funcionamento dos conjuntos de motobombas.

11.2 A Cemig estabelece as seguintes prescrições para a ligação das cargas que contenham sistema hidráulico de combate a incêndio (sprinklers e hidrantes internos dotados de mangueira e esguicho):

a) A derivação para os circuitos dos conjuntos de motobombas deve ser feita após a medição da Cemig conforme o Desenho 5, página 7-6.
b) Junto à proteção do sistema de prevenção e combate a incêndio deve ser colocada plaqueta indicativa com instruções para desligamento da devida proteção, em caso de emergência/incêndio.

11.3 A Cemig pode exigir que o cliente ou responsável técnico apresente declaração do Corpo de Bombeiros informando que, para aquele edifício, o sistema de prevenção e combate a incêndio é obrigatório pela postura municipal.

12. CONDIÇÕES NÃO PERMITIDAS

As seguintes situações não são permitidas, sob pena de suspensão do fornecimento de energia elétrica:

12.1 interligação entre instalações elétricas de unidades consumidoras, mesmo que o fornecimento seja gratuito.

12.2 interferência de pessoas não credenciadas pela Cemig aos seus equipamentos de medição, inclusive violação de lacres.

12.3 instalação de condutores conduzindo energia não medida na mesma tubulação contendo condutores conduzindo energia já medida.

12.4 medição única a mais de uma unidade consumidora ou mais de uma medição em uma única unidade consumidora.

12.5 ligação de cargas com potência nominal acima dos limites estabelecidos para o tipo de fornecimento existente na unidade consumidora.

12.6 ligação de cargas que não constem da relação apresentada e que venha a introduzir perturbações indesejáveis na rede da Cemig, tais como flutuações de tensão, rádio interferência (aparelhos de raios-X, equipamentos de eletrogalvanização, etc) e harmônicos. Neste caso a Cemig notificará o consumidor que as alterações necessárias em seu sistema elétrico para o atendimento de tais cargas, serão executadas às expensas do consumidor.

12.7 unidade consumidora com dois níveis de tensões.

12.8 deficiência técnica e/ou de segurança das instalações da unidade consumidora que ofereça risco iminente de danos a pessoas ou bens, inclusive ao funcionamento do sistema elétrico da concessionária.

12.9 não pode ter condutor sobrando (desenergizado) dentro do eletroduto utilizado para ramal de entrada (energia não medida) e de saída (energia medida).

12.10 disjuntor incompatível com o tipo de fornecimento.

13 SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

13.1 A Cemig pode suspender o fornecimento de energia elétrica de imediato quando verificar a ocorrência das seguintes situações:

a) ocorrência de qualquer procedimento cuja responsabilidade não lhe seja atribuída e que tenha provocado faturamento inferior ao correto, ou no caso de não haver faturamento;
b) revenda ou fornecimento de energia elétrica a terceiros sem a devida autorização federal;
c) ligação clandestina, religação à revelia, e deficiência técnica e/ou de segurança das instalações da unidade consumidora, que ofereça risco iminente de danos a pessoas ou bens, inclusive ao funcionamento do sistema elétrico da Cemig; ou
d) em eventual emergência que surgir em seu sistema.

13.2 A Cemig também deve suspender o fornecimento de energia elétrica após prévia comunicação formal ao consumidor, nas seguintes situações:

a) Por atraso do consumidor no pagamento da fatura relativa à prestação de serviço público de energia elétrica;
b) Por atraso do consumidor no pagamento de despesas provenientes de serviços prestados pela Cemig;
c) Por existência de equipamento que ocasione perturbações ao sistema elétrico de distribuição;
d) Por aumento de carga não autorizado pela Cemig;
e) Por deficiência técnica e/ou de segurança das instalações elétricas da unidade consumidora;
f) Quando encerrado o prazo acordado com o consumidor para o fornecimento provisório, e o mesmo não tiver atendido às exigências para a ligação definitiva;
g) Por travessia do ramal de ligação sobre terrenos de terceiros;
h) Por dano ocasional em equipamento de medição pertencente à Cemig;
i) Por qualquer modificação no dimensionamento geral da proteção, sem autorização da Cemig;
j) Se for vedada a fiscalização da medição; ou
k) Quando existir algum empecilho tais como veículos, material de construção, móveis, etc, que dificulte ou impeça o acesso às medições.

14. MUDANÇA DE LOCAL DA SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

14.1 No caso de mudança de local da subestação de entrada de energia elétrica, é necessária a apresentação do projeto elétrico conforme o item 6.5, página 2-6.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DA CEMIG

1. RAMAL DE LIGAÇÃO

1.1 GERAL

1.1.1 A instalação dos ramais de ligação é feita exclusivamente pela Cemig, a partir da estrutura da rede por ela designada, de acordo com as prescrições estabelecidas para cada tipo de ramal.

1.1.2 O condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede da Cemig e com a malha de aterramento da subestação.

1.1.3 Toda edificação ou unidade consumidora deve ser atendida através de um único ramal de ligação, de acordo com os critérios definidos no Capítulo 2, item 4, página 2-2, e ter apenas um ponto de medição, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais.

1.1.4 Observar eventuais condições específicas existentes nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral.

1.1.5 As cercas e telas que dividem as propriedades entre si ou com a via pública, bem como aquelas internas, devem ser seccionadas e aterradas, conforme critério previsto na ND-2.2, quando o ramal de ligação ou interno (aéreo) passar sobre as mesmas; este seccionamento deve ser de 7,50 m para cada lado a partir do eixo do ramal.

1.1.6 O comprimento máximo do ramal de ligação é 30 metros, medidos a partir da base do poste ou ponto de derivação da RDS da Cemig até o ponto de entrega.

1.1.7 Não é permitido que os condutores do ramal sejam enterrados diretamente no solo.

1.1.8 Não é permitido emendas dentro de dutos e caixas intermediárias de inspeção ou de passagem.

1.1.9 A blindagem metálica dos condutores deve ser aterrada nas duas extremidades.

1.1.10 Na instalação do ramal é exigido que seus condutores:

a) não cortem terrenos de terceiros;
b) não passem sobre áreas construídas;
c) devem ficar fora do alcance de janelas, sacadas, telhados, terraços, muros, escadas, saídas de incêndio ou locais análogos;

1.1.11 A carcaça das muflas, a blindagem do cabo e o para-raios devem ser interligados ao neutro e aterrados.

1.2 RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO

A Cemig efetuará a ligação da unidade consumidora através de ramal de ligação aéreo em locais atendidos por Rede de Distribuição Aérea.

Na instalação do ramal de ligação aéreo, além das prescrições gerais, devem ser observadas as seguintes condições:

1.2.1 REQUISITOS PARA INSTALAÇÃO

1.2.1.1 O ramal de ligação pode entrar por qualquer lado da edificação desde que não corte terreno de terceiros e que seja de fácil acesso para as equipes de construção, manutenção e operação da Cemig.

1.2.1.2 Os condutores do ramal de ligação aéreo devem ser instalados de forma a se obter as seguintes distâncias mínimas, medidas na vertical entre o ponto de maior flecha e o solo:

a) em áreas urbanas

- ruas, avenidas .... 6,00 metros

- vias públicas exclusivas de pedestres .... 5,50 metros

- entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos .... 6,00 metros

b) em áreas rurais

- vias exclusivas de pedestre (Nota c) .... 5,50 metros

- Estradas rurais e áreas de plantio com tráfego de máquinas agrícolas .... 6,00 metros

c) em rodovias federais .... 7,00 metros

d) em ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis .... 9,00 metros

OBSERVAÇÕES:

a) Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12 metros para tensões até 36,2kV;
b) Em rodovias estaduais, a distância mínima do condutor ao solo deve obedecer à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores citados acima.
c) Esta distância é definida no item 3, página 3-1 da ND-2.2 (Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais), versão setembro/2012. As demais distâncias são definidas pela NBR 15688/2012.

1.2.1.3 Antes da ligação a estabilidade mecânica do poste da rede (escolhido para instalação do ramal de ligação) e a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) devem ser verificadas junto ao setor competente.

1.2.1.4 Na instalação do ramal devem ser observadas as prescrições técnicas das ND 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.7, 2.9, 2.10, 3.1 e 3.2, relatórios complementares ou outra norma editada.

1.2.1.5 Na estrutura escolhida para derivação não deve ser instalado transformador ou banco de capacitores.

1.2.2 CONDUTORES E ACESSÓRIOS

1.2.2.1 Para a instalação do ramal devem ser utilizados cabos de Alumínio isolados, multiplexados e auto-sustentados, com isolamento EPR ou XLPE.

1.2.2.2 Alternativamente, para a Subestação nº1 em áreas rurais, o ramal de ligação pode ter a mesma forma construtiva da rede da qual é derivado; os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 12, 13 e 14, páginas 5-8 a 5-10.

1.3 RAMAL DE LIGAÇÃO SUBTERRÂNEO

A Cemig efetuará a ligação da unidade consumidora através de ramal de ligação subterrâneo em locais atendidos por Rede de Distribuição Subterrânea.

Na instalação do ramal de ligação subterrâneo, além das prescrições gerais, devem ser observadas as seguintes condições:

1.3.1 REQUISITOS PARA INSTALAÇÃO

1.3.1.1 O ramal de ligação subterrâneo deve entrar preferencialmente pela frente da edificação, respeitando-se as posturas municipais quando cruzar vias públicas com trânsito de veículos.
No caso de edificações situadas em esquina, é permitida a ligação por qualquer um dos lados da propriedade.

1.3.1.2 Os condutores do ramal de ligação subterrâneo devem ser fisicamente protegidos desde a derivação da rede da Cemig até a caixa de inspeção localizada no passeio público e na divisa da propriedade do consumidor (Ponto de Entrega) por eletrodutos de diâmetro nominal de 100mm de aço por imersão a quente popularmente conhecido como “eletroduto pesado” conforme as características constantes do Desenho 7, página 8-8, ou espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade (somente podem ser utilizados os dutos aprovados pela área de rede de distribuição elétrica) conforme as características constantes do Desenho 6, página 8-7 ou de PVC rígido conforme as características constantes do Desenho 5, página 8-6.

1.3.1.3 Antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente.

1.3.1.4 Na instalação do ramal de ligação subterrâneo devem ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis.

1.3.2 CONDUTORES E ACESSÓRIOS

1.3.2.1 Os condutores fase devem ser cabos unipolares de Alumínio , isolados com XLPE-90^{o}C ou EPR-90^{o}C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 22kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 12, 13 e 14, páginas 5-8 a 5-10).

1.3.2.2 O condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação.

1.3.2.3 Nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e ao ramal de entrada.

2. MEDIÇÃO

2.1 ASPECTOS GERAIS

2.1.1 Os equipamentos de medição tais como medidores de energia, transformadores de corrente e potencial, registradores eletrônicos e chaves de aferição da Cemig somente serão instalados e ligados após a vistoria e aprovação das instalações da subestação.

2.1.2 Na Tabela 1, página 5-2 e nas Tabelas 6 a 11, páginas 5-5 a 5-7 são apresentadas, para cada faixa de fornecimento, as relações de "corrente nominal/corrente máxima" relativas aos TC e as relações "Média Tensão/tensão secundária" relativas aos TP a serem utilizados.

2.1.3 Os critérios de aplicação e de ligação dos equipamentos de medição devem seguir as orientações das ND-5.6 e ND-5.26.

2.1.4 A caixa para instalação de equipamentos de medição (CM-4) deve atender as prescrições do Capítulo 12 e deve constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).

2.1.5 Para os fornecimentos de demanda de até 300 kW através da subestação nº 1, a medição será na baixa tensão; para os fornecimentos através dos demais tipos de subestações, a medição situar-se-á na média tensão. A medição será sempre a três elementos.

2.1.6 Independentemente da demanda, para todos os fornecimentos em média tensão, a medição constituir-se-á, de medidor eletrônico.

2.1.7 A medição deve ser instalada conforme os desenhos do Capítulo 6 em locais não sujeitos a trepidações e temperaturas elevadas (acima de 55º C); nas Subestações 1 e 3 a mureta contendo a caixa de medição deve ser construída com cobertura (telhado) conforme o Desenho 4, Detalhe 1, página 6-5, para que o medidor eletrônico não fique exposto à temperatura elevada (acima de 55º C).

2.1.8 Ocorrendo modificações nas instalações, que tornem o local de medição incompatível com os requisitos já mencionados, o consumidor deve preparar novo local para a instalação dos equipamentos de medição, sujeito a aprovação da Cemig.

2.1.9 Para as unidades consumidoras com demanda igual ou superior a 300kW a medição para tarifação horo-sazonal (THS) é compulsória, podendo o consumidor optar pela tarifa azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada modalidade para fundamentar a sua escolha.

2.1.10 Para as unidades consumidoras com demanda inferior a 300kW a medição pode ser a convencional (kW-kWh e kVArh) ou THS, modalidade azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada tipo de medição para fundamentar a sua escolha.

2.1.11 A distância máxima entre a caixa de medição e os transformadores de instrumentos (TP e TC) é 12,5m.

2.1.12 Os eletrodutos contendo a fiação secundária dos TC e TP até a caixa de medição devem ser instalados externamente nas paredes da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e devem ser de aço com diâmetro mínimo de 40mm (1 1/2”). Não é permitida a utilização de caixas de passagem ou conduletes no circuito de medição e/ou proteção localizado no corredor da subestação. Somente é permitido a utilização de eletrodutos rosqueáveis e curvas de 90º para efetuar mudança de direção na instalação dos eletrodutos.

2.2 LOCALIZAÇÃO

2.2.1 GERAL

2.2.1.1 A medição deve ser instalada na subestação nos locais indicados nos desenhos do Capítulo 6.

2.2.1.2 Não é permitida a instalação da medição em locais sem iluminação, sem condições de segurança e de difícil acesso.

3. RECEBIMENTO DA SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

3.1 A Cemig deve fazer os testes aplicáveis para verificar a atuação da proteção geral conforme o projeto aprovado. Nestes testes deve ser verificado se:

a) O relé de sobrecorrente e/ou de proteção direcional está parametrizado conforme os requisitos desta norma e o projeto elétrico da instalação consumidora analisado pela Cemig e julgado estar em conformidade com as normas da Cemig e ABNT.
b) A saída serial (para programação à distância) está ativa, não podendo existir fios conectados aos bornes correspondentes.
c) Não existem fios conectados aos bornes referentes ao bloqueio das funções 50/51 fase e 50/51 neutro.
d) O disjuntor desliga ao se fechar circuito através de *jumper* entre os bornes de comando de abertura da bobina de *trip*.
e) O *no-break* mantém a capacidade de alimentar o relé e a bobina de *trip* do disjuntor na ausência de alimentação auxiliar, de forma a verificar a capacidade de operação do relé durante a ocorrência de um curto-circuito no circuito de força, com conseqüente afundamento de tensão.
f) A carga declarada no projeto elétrico está disponível no local para conferência.
g) O sistema de proteção (relé de sobrecorrente e/ou de proteção direcional e disjuntor) está atuando conforme sua função operativa.

3.2 Cabe à Cemig a verificação, durante a vistoria para aceitação da subestação e/ou durante o andamento da obra, do valor da resistência de aterramento apresentada pela malha de terra, que não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano). Os requisitos mínimos exigidos para construção de malha de terra constam do item 7, página 4-9.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DO CONSUMIDOR

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

1.1.1 Os materiais e equipamentos constituintes da subestação (condutores, transformador de potência, eletrodutos, caixas, disjuntores, relé de proteção de sobrecorrente e de proteção direcional, chaves, ferragens, etc.) serão adquiridos pelo consumidor. Eventuais danos causados à unidade consumidora por falha destes materiais e equipamentos serão da exclusiva responsabilidade do consumidor; eventuais ultrapassagens da demanda contratada em função de falha do relé de sobrecorrente e/ou seus associados, serão de exclusiva responsabilidade do consumidor.

1.1.2 Os equipamentos de medição tais como transformadores de corrente e potencial, medidores de energia, chaves de aferição e registradores eletrônicos são de fornecimento exclusivo da Cemig e serão por ela instalados, sendo vetado ao consumidor o acesso a quaisquer um deles.

1.1.3 Na aquisição de caixas para medição, proteção e derivação, de disjuntores termomagnéticos de baixa tensão, hastes de aterramento e para-raios, somente serão aceitos os modelos aprovados pela Cemig e constantes do Manual do Consumidor nº 11 ("Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada"), com atualização e edição periódica, disponíveis nas Agências de Atendimento da Cemig e no endereço eletrônico www.cemig.com.br (dentro da página acesse Atendimento depois Normas Técnicas depois PEC-11), sendo ainda passíveis de inspeção e recusa caso não tenham mantido as características do protótipo aprovado pela Cemig.

1.1.4 Os demais materiais, apesar de não serem previamente aprovados, devem atender às especificações mínimas indicadas no Capítulo 8, sendo passíveis de inspeção e recusa pela Cemig.

1.1.5 É recomendável que a aquisição dos materiais e equipamentos e a construção da subestação somente sejam iniciadas após a análise do projeto elétrico pela Cemig (ver item 6.5, página 2-6). Caso a aquisição de materiais e equipamentos e a construção da subestação se antecipem à aprovação do projeto elétrico, serão de inteira responsabilidade do interessado os problemas decorrentes de eventual necessidade de modificações na obra ou substituição de materiais e equipamentos.

1.2 CONSTRUÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

1.2.1 A instalação dos materiais e equipamentos que compõem a subestação de entrada de energia elétrica, bem como as obras civis necessárias à sua construção, devem ser executadas pelos consumidores de acordo com os requisitos estabelecidos neste Capítulo e constantes do projeto aprovado pela Cemig.

1.2.2 A instalação da subestação de entrada de energia elétrica deve considerar os critérios constantes do item 1, página 3-1. Essa subestação deve ser construída dentro da propriedade particular a, no máximo, 5 (cinco) metros da divisa com a via pública, não sendo permitido a sua instalação em área de recuo que representa uma extensão do passeio público, exceto se a prefeitura local permitir que o padrão de entrada seja construído nesta área, ou em pavimento superior ao nível da rua.
Caso a subestação nº 2, 4 e 5 seja construída na divisa com a via pública (passeio), não é permitida a instalação de portas e janelas do lado do passeio. Se a subestação for construída na divisa com o vizinho, não pode ser utilizada a parede de divisa (deve ser construída uma nova parede) por questões de segurança.

1.2.3 Todas as subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas.

1.2.4 Não podem passar pela subestação tubulações de água, esgoto, gás, vapor, etc.

1.2.5 As instalações da subestação de entrada de energia elétrica não devem ser acessíveis por janelas, sacadas, telhados, escadas, lajes, áreas adjacentes ou outros locais de possível acesso de pessoas, devendo a

distância mínima dos condutores a qualquer desses pontos ser de 1,70 m (um metro e setenta centímetros) , na horizontal, e de 3,20 m (três metros e vinte centímetros) na vertical. Esse afastamento também deve ser observado em relação a divisas com terrenos de terceiros.

1.2.6 Na divisa da propriedade com a via pública deve, se for preciso, ser instalado um poste com as mesmas características e critérios de montagem para o poste da Subestação nº 1 para ancoragem dos condutores do ramal de ligação aéreo para atender a distância condutores solo conforme o item 1.2.1.2, página 3-2. A instalação deste poste é de responsabilidade do consumidor.

1.2.7 Fica a critério do consumidor a instalação ou não do cabo e muflas reservas ou de outro eletroduto com um circuito reserva.

1.2.8 As ferragens devem ser zincadas por imersão a quente.

1.2.9 O espaçamento na subestação entre o condutor neutro e os condutores fase deve ser de 300mm.

1.2.10 Utilizar massa de vedação (3M ou similar) na extremidade superior do eletroduto.

1.3 CONSERVAÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

1.3.1 O consumidor fica obrigado a manter em bom estado de conservação, os componentes de sua subestação de entrada de energia elétrica. Caso contrário, a Cemig pode vir a exigir do consumidor os reparos necessários ou até mesmo a substituição dos materiais danificados.

1.3.2 O consumidor é responsável pelos equipamentos de medição da Cemig instalados em sua subestação de entrada de energia elétrica, e responderá pelos eventuais danos causados aos mesmos.

1.3.3 O local da subestação de entrada de energia elétrica, bem como o acesso a mesma, deve ser mantido limpo e desimpedido pelo consumidor, de modo a agilizar as leituras dos medidores e inspeção das instalações pela Cemig.

1.3.4 Os selos da Cemig não devem ser retirados por pessoas não autorizadas sob pena do consumidor ser penalizado.

1.4 ACESSO À SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

1.4.1 O consumidor deve permitir, em qualquer tempo, o livre acesso dos funcionários da Cemig e de seus prestadores de serviços devidamente identificados e credenciados a sua subestação de entrada de energia elétrica e fornecer-lhes os dados e informações pertinentes ao funcionamento dos equipamentos e aparelhos.

1.4.2 Todos os consumidores devem ter acesso físico e direto a sua subestação de entrada de energia elétrica, limitando-se aos dispositivos de proteção. Somente as equipes da Cemig podem ter acesso aos equipamentos de medição.

1.4.3 A critério da Cemig, pode ser exigida a cessão da(s) chave(s) de acesso à subestação, que pode ficar sob a guarda da Cemig, ou em local de fácil e exclusivo acesso da Cemig na propriedade do consumidor.

2 RAMAL DE ENTRADA

2.1 REQUISITOS GERAIS

2.1.1 A instalação do ramal de entrada é feita exclusivamente pelo consumidor, porém a ligação do mesmo no ponto de entrega será feita pela Cemig e deve atender as seguintes prescrições:

2.1.2 Nos ramais de entrada embutidos e subterrâneos, a instalação dos condutores fase e neutro deve ser executada de modo a se constituir sempre um circuito trifásico completo no mesmo eletroduto.

2.1.3 Os comprimentos dos condutores de uma mesma fase, bem como suas conexões, devem ser idênticos, visando obter uma perfeita distribuição de corrente. Dependendo do comprimento do ramal de entrada podem ser necessárias características especiais visando sua integridade mecânica e a manutenção do nível adequado de tensão;

2.1.4 O condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede ou do ramal de ligação e com a malha de aterramento da subestação;

2.1.5 Os condutores devem ser contínuos, isentos de emendas. No condutor neutro é vetado o uso de qualquer dispositivo de interrupção.

2.1.6 As seções mínimas de condutores e diâmetros dos eletrodutos recomendadas para cada faixa de fornecimento para os atendimentos através da Subestação nº 1, estão indicadas na Tabela 1, página 5-2.

2.1.7 Seções superiores às do ramal de entrada podem ser requeridas para o ramal interno da unidade consumidora visando atender aos limites de queda de tensão.

2.1.8 Nas extremidades dos condutores flexíveis devem ser utilizados terminais tubulares ou terminais de encapsulamento ou terminais de compressão maciço de cobre conforme especificado nos Desenhos 13 e 14, páginas 8-14 e 8-15 visando proporcionar melhor conexão.

2.1.9 A entrada na propriedade do consumidor deve ser, preferencialmente, pela parte frontal da edificação. Quando esta se situar em esquina, a entrada pode ser por quaisquer dos lados desde que seja possível a instalação do ramal.

2.1.10 Devem ser observadas eventuais condições específicas nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral.

2.1.11 Na instalação do ramal de entrada subterrâneo é exigido que seus condutores:

a) não cortem terrenos de terceiros;
b) não sejam enterrados diretamente no solo;
c) não apresentem emendas dentro de dutos.

2.2 RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO

A instalação do ramal de entrada embutido deve ser efetuada nos atendimentos através de rede de distribuição aérea e através da subestação de entrada de energia elétrica nº 1.

2.2.1 REQUISITOS PARA INSTALAÇÃO

2.2.1.1 Os serviços de instalação do ramal de entrada embutido devem ser executados pelo consumidor.

2.2.1.2 O consumidor deve informar-se previamente na Cemig, antes da execução do ramal, se há previsão de modificações na rede no local da ligação.

2.2.2 REQUISITOS PARA OS CONDUTORES

2.2.2.1 Os condutores (Fase-Neutro) devem ser unipolares, de cobre, isolados com PVC - 70°C (tipo BWF) para tensões de 450/750V, e atender as demais exigências da NBRNM 247-3 quando o atendimento for através da Subestação de Entrada de Energia Elétrica nº 1.

2.2.2.2 Opcionalmente os condutores (fases e neutro) podem ser flexíveis classe 5 ou 6 de acordo com a NBRNM 280. Nas extremidades dos condutores flexíveis devem ser utilizados terminais tubulares ou terminais de encapsulamento ou terminais de compressão maciço de cobre conforme especificado nos Desenhos 13 e 14, páginas 8-14 e 8-15 visando proporcionar melhor conexão, não sendo aceito o estanhamento dos condutores flexíveis.

2.2.2.3 As seções mínimas, recomendadas para cada faixa de fornecimento através da Subestação nº 1, estão indicadas na Tabela 1, páginas 5-2.

2.2.2.4 Os condutores devem ser contínuos, isentos de emendas. No condutor neutro é vetado o uso de qualquer dispositivo de interrupção.

2.2.2.5 O condutor neutro deve ser perfeitamente identificado, através da cor azul (de fábrica) de sua isolação.

2.2.2.6 O condutor fase deve ser perfeitamente identificado, através de qualquer cor (de fábrica) de sua isolação, exceto as cores azul e verde ou verde/amarelo.

2.2.3 REQUISITOS PARA OS ELETRODUTOS

2.2.3.1 Os eletrodutos do ramal de entrada embutido devem ser de PVC rígido conforme as características técnicas indicadas no Desenho 5, página 8-6.

2.2.3.2 Os diâmetros nominais recomendados para cada faixa de fornecimento através da Subestação nº 1,estão indicadas na Tabela 1, páginas 5-2.

2.2.3.3 Os eletrodutos devem ser fixados ao poste da Subestação de Entrada de Energia Elétrica nº 1 através do suporte do Desenho 6, página 6-7.

2.2.3.4 Nas junções entre eletrodutos utilizar luvas e aplicar fita veda rosca ou bolsas (alargamento e encaixe de uma ponta do tubo de PVC por dentro da parte superior).

2.2.3.5 Os eletrodutos devem ser firmemente fixados à caixa de medição e proteção através de bucha, porca-arruela e fitas veda-rosca.

2.3 RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO

A instalação do ramal de entrada subterrâneo deve ser efetuada somente nos atendimentos através de Rede de Distribuição Subterrânea (RDS).

2.3.1 REQUISITOS PARA INSTALAÇÃO

2.3.1.1 Os serviços de instalação do ramal de entrada subterrâneo devem ser executados pelo consumidor, respeitando as legislações municipais e assumindo toda a responsabilidade pelos serviços executados no passeio público.

2.3.1.2 O consumidor deve informar-se previamente na Cemig, antes da execução do ramal, se há previsão de modificações na rede no local da ligação.

2.3.1.3 Antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 cv ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente.

2.3.2 REQUISITOS PARA OS CONDUTORES

2.3.2.1 Os condutores fases devem ser cabos unipolares de cobre , isolados com XLPE-90ºC ou EPR-90ºC de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 22kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 12, 13 e 14, páginas 5-8 a 5-10).

2.3.2.2 A blindagem metálica dos condutores deve ser aterrada nas duas extremidades.

2.3.2.3 O condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação.

2.3.2.4 Nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e à subestação.

2.3.3 REQUISITOS PARA OS ELETRODUTOS

2.3.3.1 Para os atendimentos através de Rede de Distribuição Subterrânea (RDS), os condutores do ramal de entrada subterrâneo devem ser fisicamente protegidos desde o Ponto de Entrega até a medição da Cemig por eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes do Desenho 5, página 8-6 ou de aço conforme as características constantes do Desenho 7, página 8-8.

2.3.3.1 Para os atendimentos através de Rede de Distribuição Aérea (RDA), os condutores do ramal de entrada subterrâneo devem ser fisicamente protegidos desde o Ponto de Entrega, que está localizado na derivação da rede da Cemig, até a medição da Cemig por eletroduto conforme a seguir:

a) Junto do poste da rede da Cemig, entre a derivação da rede até a caixa de passagem localizada junto do poste dessa rede ou até a caixa de passagem localizada no passeio público na divisa da propriedade do consumidor deve ser utilizado eletroduto de aço conforme as características constantes do Desenho 7, página 8-8.
b) Entre a caixa de passagem localizada junto do poste da rede da Cemig ou entre a caixa de passagem localizada no passeio público na divisa da propriedade do consumidor e a medição da Cemig deve ser utilizado eletroduto de PVC rígido conforme as características constantes do Desenho 5, página 8-6 ou de aço conforme as características constantes do Desenho 7, página 8-8.

2.3.3.2 O diâmetro nominal do eletroduto deve ser de 100mm.

3. TRANSFORMADOR

3.1 Os transformadores devem possuir primário em “delta” e secundário em “estrela” devendo ser Dyn1; para conexão de geração em redes de média tensão (Acessantes ao Sistema Elétrico de Distribuição), o transformador de acoplamento do sistema gerador ao sistema de distribuição deve ter uma conexão cujo enrolamento de alta (do lado da Cemig) esteja conectado em estrela aterrada.

3.2 O transformador da Subestação nº 1 deve ser ensaiado e deve ser entregue à Cemig, quando da apresentação do projeto elétrico ou do pedido de ligação, uma via do laudo dos ensaios.

3.3 O laudo de que trata o item 3.2, página 4-5 deve seguir as prescrições abaixo relacionadas:

3.3.1 O laudo a ser apresentado à Cemig será fornecido pelos laboratórios onde os ensaios foram realizados; caberá ao inspetor credenciado concluir pela aprovação ou reprovação, assinar e apor carimbo que o identifique, bem como a empresa a que pertence.

3.3.2 As ESCOLAS DE ENGENHARIA ELÉTRICA reconhecidas por Decreto Federal, bem como os Laboratórios Oficiais ou reconhecidos pelo Governo podem realizar os ensaios, fornecer o laudo e assiná-los.

3.3.3 Os fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig podem realizar os ensaios, fornecer o laudo e assiná-lo, desde que o transformador em questão não seja reformado e possua garantia de 12 meses.
Para maiores informações sobre as firmas/inspetores credenciados para inspeção de transformadores e sobre fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig, consultar o portal da Cemig.

3.3.4 O laudo deve ser conclusivo, ou seja, deve afirmar de forma clara se o transformador atende ou não aos ensaios/Normas ABNT a seguir relacionados e deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) valores de perdas em vazio e corrente de excitação;
b) valores de perdas em carga e tensão de curto-circuito a 75° C;
c) tensão suportável nominal à freqüência industrial;
d) rigidez dielétrica do líquido isolante (valor mínimo de 35 kV/2,54 mm);
e) dados de placa: nome do fabricante, número de série, potência nominal, tensão nominal primária e secundária e data de fabricação.

3.3.5 As normas aplicáveis são as seguintes:

a) transformadores a óleo de potência até 300 kVA: NBR 5440;
b) transformadores a óleo de potência superior a 300 kVA e até 2000kVA: NBR 5356 e capítulo 4 da NBR 9369;
c) transformadores a óleo de potência superior a 2000kVA : NBR 5356;
d) transformadores com encapsulamento em epóxi: NBR 10295 e NBR 5356;

3.3.6 O laudo possui prazo de validade de 12 meses.

3.3.7 A relação de empresas credenciadas para inspeção de transformadores particulares consta do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada).

3.3.8 Se a subestação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial e/ou industrial, somente será permitido o emprego de transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi, mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo.

3.3.9 Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.

3.3.10 Deve ser utilizada ventilação forçada para a subestação construída em locais com atmosfera poluída ou se dentro da subestação de entrada geral existir transformador. Neste caso deve ter uma vazão mínima de 2.500 m^3/h para cada 500 kVA de potência instalada; nos demais casos pode ter ventilação através de janelas com, no mínimo, 1,0 m^2 para cada 300 kVA de potência instalada.

3.3.11 Os transformadores devem ser instalados em locais que permitam a sua ventilação, operação, manutenção e remoção.

3.3.12 Somente pode ser utilizado transformador com potência mínima de 75kVA.

4. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

4.1 Os disjuntores de média tensão devem ser do tipo de acionamento automático na abertura. Para o desligamento automático do disjuntor é exigida, no mínimo, a proteção de sobrecorrente, cujo ajuste será função da demanda solicitada pelo consumidor no projeto (que deve ser a mesma constante do contrato).

4.2 Exceto para a Subestação nº 1, cuja proteção é no lado de baixa tensão e constituída por disjuntor termomagnético em caixa moldada, e para as Subestações nº 3 e 5, cuja proteção será através de chave fusível instalada na média tensão, as demais subestações terão sua proteção geral constituída por disjuntor instalado no lado de média tensão.

4.3 Se a subestação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial e/ou industrial somente será permitido o emprego de disjuntores a vácuo, SF6 ou com líquidos isolantes não inflamáveis com volume de líquido por pólo igual ou inferior a 1(um) litro mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo. Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.

4.4 Os disjuntores de média tensão devem ter as seguintes características elétricas:

Características elétricas	13,8kV	22kV	34,5kV
Uso	interno	interno	interno
Tensão nominal (kV)	15	25	35
Freqüência nominal(Hz)	60	60	60
Corrente nominal mínima (A)	350	350	600
Capacidade de interrupção simétrica mínima (kA)	10	10	8,37

4.5 A proteção de baixa tensão utilizada na Subestação nº 1 será feita exclusivamente por disjuntor em caixa moldada, com capacidade de interrupção simétrica mínima de 30 kA em 240 VCA, podendo ser exigido pela Cemig valores maiores dependendo da localização da unidade consumidora. O disjuntor deve ser de um modelo aprovado que conste no Manual do Consumidor nº 11.

4.6 A proteção contra descargas atmosféricas será efetuada por para-raios com as características constantes da tabela abaixo, a serem instalados conforme os desenhos do Capítulo 6, e devem ser de um dos modelos/fabricantes aprovados para uso nas redes da Cemig.

Características dos para-raios	13,8kV	22kV	34,5kV
Tensão nominal (kV)	12	21	30
Corrente nominal (kA)	10	10	10
Tensão residual máxima para corrente íngrime (10kA - 1µs de frente) - kV	48	84	120
Tensão residual máxima para corrente de descarga Nominal (10kA – 8/20) - kV	43	76	108

4.7 Os para-raios constantes da tabela anterior devem ter, ainda, as seguintes características:

a) invólucro polimérico
b) blocos resistores de ZnO – sem centelhadores
c) equipado com desligador automático

4.8 Quando a subestação 3 do Desenho 14, página 6-19 ou o cubículo de medição em epóxi do Desenho 1, página 7-2, possuir saída aérea interna de média tensão (ou seja, há utilização e/ou distribuição interna em média tensão) é obrigatória a utilização de para-raios nesta saída. A conexão desses dispositivos à malha de terra da subestação deve ser idêntica à dos para-raios da rede. Esses para-raios serão instalados e ligados pelo consumidor e devem ser de sua propriedade. O condutor de ligação dos para-raios para a terra deve ser conectado às demais ligações de aterramento e deve ser de cobre nu, seção mínima 50 mm², com jumper individual para cada para-raios.

4.9 Não será permitida a instalação de bobina de mínima tensão com operação instantânea atuando no disjuntor geral da instalação. Caso o projetista indique o uso de bobina de mínima tensão, essa deve possuir

operação temporizada e coordenada com o equipamento de proteção instalado na rede no ponto de derivação do ramal de ligação. A Cemig, entretanto, sugere que tal dispositivo seja instalado junto às cargas.

4.10 Em hipótese alguma será admitido o uso de dispositivo de mínima tensão que permita religamento.

4.11 A critério do projetista, podem ser previstas outras proteções atuando no disjuntor ou mesmo intertravamentos ligados à operação da unidade consumidora. Nesses casos, no entanto, o projeto a ser apresentado à Cemig deve conter todas as informações relacionadas a essas atuações, que serão sujeitas a aprovação da Cemig.

4.12 Quando houver mais de um transformador instalado na subestação, cada transformador deve possuir proteção primária individual e uma chave fusível de abertura tripolar sob carga conforme as Tabelas 16, 17 e 18, páginas 5-11 e 5-12; para transformadores de potência até 300 KVA pode ser instalada proteção geral de baixa tensão por um único disjuntor em caixa moldada, sendo instalada na média tensão apenas a chave de abertura tripolar sob carga. Caso a transformação esteja após a subestação de entrada geral, recomendamos que as proteções dos transformadores sejam conforme os requisitos da NBR 14039. Estas proteções devem estar plotadas no coordenograma que compõe o projeto conforme o Anexo A.

4.13 Caberá ao engenheiro RT pela execução das instalações da subestação a responsabilidade pelo ajuste do relé que atua na proteção geral. A Cemig fará apenas o acompanhamento desse ajuste e, caso julgue necessário, pode exigir a verificação do ajuste em campo através de fonte de corrente provida de contator de tempo.

4.14 Em todos os tipos de subestações (exceto para a Subestações nº 1, 3 e 5) o disjuntor deve ser desligado por bobina de abertura acionada por relé secundário microprocessado (ver Anexo A).

4.15 Os eletrodutos contendo a fiação para a proteção secundária devem ser instalados externamente nas paredes e teto da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e devem ser de aço com diâmetro mínimo de 50mm (2”).

5. CAIXAS PARA MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

5.1 As caixas para instalação de equipamentos de proteção de baixa tensão situados antes da medição devem constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).

5.2 A caixa para instalação da medição (medidor eletrônico) e chave de aferição é a CM-4 (ver capítulo 12) e deve constar do Manual do Consumidor Nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada); dentro dessa caixa CM-4 deve ser instalada uma tomada de 3(três) pinos para uso da Cemig.

5.3 Imediatamente abaixo da caixa de medição deve ser instalada uma plataforma basculante confeccionada em madeira ou metal, de 500x500 mm, para suportar os equipamentos de leitura (peso máximo de 20 daN) utilizados pela Cemig.

5.4 As caixas instaladas em local sujeito à umidade devem ter os seus furos providos de massa de calafetar.

5.5 Os furos não utilizados da caixa para instalação de eletrodutos devem ser mantidos fechados.
É obrigatório o uso de buchas e arruelas de PVC ou de alumínio conforme o Desenho 12, página 8-13 para conexão do eletroduto às caixas de medição e/ou proteção. É vetado o uso de dispositivos tipo “arruela” e/ou redução de PVC para rede hidráulica.

5.6 Não é permitido o alargamento dos orifícios existentes para instalação de eletroduto nem o uso de ferramentas que danificam a proteção existente na caixa CM-4 para medição. E se no momento da inspeção for detectado o alargamento dos furos, a caixa deve ser trocada.
Quanto às caixas CM-9 e CM-18 ver notas do Desenho 3, página 8-4.

5.7 As caixas de medições e proteção devem ser lacradas pela Cemig.

6. CAIXAS DE INSPEÇÃO

6.1 As caixas de inspeção devem ser construídas somente no passeio público, em locais sem trânsito de veículos (exceto garagem), de acordo com as características técnicas indicadas no Desenho 10, página 7-11.

6.2 Em terrenos inclinados, a caixa deve ser instalada de forma que sua tampa fique alinhada com o nível do passeio.

6.3 Deve ser prevista caixa de inspeção tipo ZD no seguinte ponto conforme o Desenho 10, página 7-11 para conexão do ramal de ligação ao ramal de entrada em local de rede subterrânea:

a) No passeio público, a 20 (vinte) centímetros da divisa da edificação com esse passeio.

6.4 As caixas de inspeção devem ser destinadas exclusivamente para a passagem dos condutores do ramal de ligação ou de entrada, sendo vetada sua utilização para passagem de cabos telefônicos e de sinalização.

6.5 No caso de ramal de ligação subterrâneo, a construção e a manutenção da caixa de inspeção no passeio público junto à divisa da propriedade particular (Ponto de Entrega) é responsabilidade do consumidor.

6.6 No caso de ramal de entrada subterrâneo, a construção e manutenção de todas as caixas de inspeção é responsabilidade do consumidor.

7. ATERRAMENTO

7.1 A malha de aterramento da subestação deve ser executada pelo consumidor considerando os critérios seguintes:

7.2 O número mínimo de eletrodos (hastes de aterramento) deve ser conforme a seguir:

7.2.1 Capacidade de transformação da subestação menor ou igual a 150 kVA

a) 4 (quatro) eletrodos

7.2.2 Capacidade de transformação da subestação maior que 150 kVA e menor que 500 kVA

a) 9 (nove) eletrodos

7.2.3 Capacidade de transformação da subestação maior ou igual a 500 kVA

a) 12 (doze) eletrodos

7.3 A distância entre quaisquer eletrodos deve ser, no mínimo, igual ao comprimento dos eletrodos utilizados (2400 mm para as hastes cantoneiras constantes do Manual do Consumidor nº 11).

7.4 Os eletrodos devem ser interligados por condutor de cobre nu, rígido, seção mínima de 50 mm²; a conexão desse condutor às hastes pode ser feita através dos conectores existentes no corpo das hastes ou, alternativamente, por solda exotérmica.

7.5 As partes metálicas da subestação, tais como carcaças de transformadores, para-raios, equipamentos, portas, janelas, painel de tela zincado e suportes metálicos, devem ser ligados diretamente à malha de aterramento através de condutores de cobre nu, rígido, com bitola mínima de 25 mm².

7.6 Os eletrodos de aterramento devem ser cravados no solo com sua extremidade superior (incluindo conector ou ponto de solda) acessível para inspeção pela Cemig dentro de uma cava, com o topo de cada haste

situada abaixo da linha de acabamento do piso. Cada cava deve ser revestida por argamassa ou tubo de PVC e protegida por tampa de concreto ou ferro fundido, que deve ficar no mesmo nível do acabamento do piso, conforme Desenho 2, página 7-3.

7.7 Além dos pontos de acesso à malha nos locais onde estão cravados os eletrodos, devem ser previstos "rabichos" de 500 mm em vários pontos para prover o aterramento de carcaças de equipamentos, ferragens, telas e como reserva para eventual necessidade de novos pontos de aterramento.

7.8 Além do aterramento de todas as partes metálicas, devem ser conectados à malha de aterramento o condutor neutro proveniente da rede da Cemig, o neutro do(s) transformador (es) e o condutor neutro que será levado à instalação consumidora.

7.9 A Cemig fará a verificação do valor da resistência de aterramento resultante durante a obra ou durante a vistoria para aceitação da subestação, sendo que o seu valor não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano); Caso o valor encontrado seja superior a 10 ohms, o consumidor deve ampliar a malha de forma a se obter o valor especificado.

7.10 A ferragem da parte civil da subestação deve ser interligada à malha de aterramento.

7.11 Os eletrodos de aterramento (hastes de aterramento) a serem usados devem ser um dos tipos constantes do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada), edição anual e atualizada, disponível no comércio e nas Agências de Atendimento da Cemig.

8. TIPOS DE SUBESTAÇÕES

8.1 – Subestação nº 1 - Transformador instalado em poste de seção circular 10 x 600 ou 11 x 600

8.1.1 Para fornecimento de demanda de até 300 kW, com um único transformador, e cuja tensão secundária do transformador seja 440/254V ou inferior, de acordo com os desenhos do Capítulo 6.

8.1.2 Nesse tipo de subestação a medição a três elementos será na baixa tensão, e a proteção (exclusiva na baixa tensão) será através de 1 (um) disjuntor em caixa moldada, dimensionados de acordo com a Tabela 1, página 5-2.

8.1.3 Alternativamente, pode ser utilizado disjuntor com térmico e magnético ajustável cujo ajuste mínimo permitido seja superior a 400A.

8.1.4 Esta subestação deve estar localizada numa área reservada exclusivamente para a sua construção conforme as distâncias de segurança citadas no item 1.2.5, página 4-1.

8.1.5 Excepcionalmente, a critério do responsável técnico pelo projeto elétrico, para os atendimentos nos quais o disjuntor indicado na Tabela 1, página 5-2, esteje subdimensionado em relação à demanda contratada, o disjuntor da subestação pode ser dimensionado conforme a seguir:

$$I\ \text{máximo} = \frac{\text{Demanda Contratada (kW)} \times 1{,}1}{0{,}92 \times 1{,}73 \times \text{kV (*)}}$$

(*) Tensão fase-fase referente à baixa tensão do transformador da SE nº 1

O disjuntor a ser utilizado deve ser o de corrente nominal padronizada imediatamente superior à corrente calculada e deve ser de um dos fabricantes relacionados no Manual do Consumidor nº 11. A seguir está a relação da corrente nominal dos disjuntores padronizados:

100 – 120 – 150 – 175 – 200 – 225 – 250 – 275 – 300 – 350 – 400 – 450 – 500 – 600 – 800 – 1000

É responsabilidade do responsável técnico pelo projeto o dimensionamento do disjuntor conforme esse item bem como dos eletrodutos e condutores conforme a proteção definida.

8.2 – Subestação nº 2 - Medição e proteção com ou sem transformação

8.2.1 Construção em alvenaria para fornecimento de qualquer valor de demanda, com proteção e medição a 3 elementos na média tensão, com ou sem transformador instalado na subestação, de acordo com os desenhos do Capítulo 6.

8.3 – Subestação nº 3 - Cubículo de medição a 3 elementos

8.3.1 O fornecimento através de cubículo de medição a 3 elementos é restrito às seguintes unidades consumidoras:

a) Ligação de obras.
b) Fornecimento a empresas concessionárias de energia elétrica.

8.3.2 A Subestação nº 3 pode ser utilizada desde que sejam atendidas simultaneamente as seguintes condições:

a) As cargas da unidade consumidora sejam espalhadas por diversos pontos da propriedade, de forma que é imperativo a instalação de transformadores próximos as mesmas.
b) Deve ser instalada proteção individual para cada transformador.
c) Não pode ter sistema de geração própria.
d) Autorização prévia da Cemig.

8.3.3 A utilização do Cubículo de Medição deve ser conforme os desenhos do Capítulo 6.

8.4 – Subestação nº 4 – Subestação Blindada

8.4.1 Cubículo metálico, compartimentado, com dispositivos de alívio de pressão e ventilação natural ou forçada, para instalação abrigada ou ao tempo, com proteção na média tensão.

8.4.2 A medição da Cemig deve ser a 3 (três) elementos na média tensão.

8.4.3 O compartimento destinado à instalação dos TC e TP de medição da Cemig, bem como aqueles que possuem cabos, equipamentos ou barramentos com energia não medida, devem possuir dispositivos para colocação de lacre da Cemig.

8.4.4 A caixa para a instalação do medidor e da chave de aferição deve ser conforme uma das opções abaixo:

a) Compartimento na subestação blindada com dimensional e mesmas características da caixa CM-4.
b) Caixa CM-4 instalada a, no máximo, 2 (dois) metros da baia contendo os TC e TP de medição da Cemig. Neste caso o eletroduto entre a baia contendo os TC e TP de medição e a caixa CM-4 deve ser conforme o item 2.1.12, página 3-4.

8.4.5 O compartimento destinado à instalação dos equipamentos de proteção (disjuntor, TC e TP de proteção) deve possuir dispositivos para colocação de lacre da Cemig.

8.4.6 O eventual acesso aos compartimentos para instalação da medição da Cemig e para instalação dos equipamentos de proteção (disjuntor, TC e TP de proteção) deve ser acompanhado por funcionário da Cemig.

8.4.7 Essa subestação, quando abrigada, deve ser conforme Desenhos 16 a 18, páginas 6-22 a 6-24.

8.4.8 Para a Subestação nº 4 do tipo "Metal Clad" ou "Metal Enclosed" em instalação abrigada ou ao tempo deve, ainda, atender as seguintes características:

a) ser apresentado projeto completo do cubículo e ensaios de tipo de Laboratório Oficial. Os ensaios de tipo são os constantes da NBR 62271-200;
b) serem apresentadas as ART referentes a projeto e montagem elétrica da subestação;
c) ser provido de dispositivo para selo nos compartimentos com energia não medida e no compartimento de medição, em pelo menos 2 (dois) pontos cada;
d) não podem ser instalados nos cubículos equipamentos que não sejam para a medição da Cemig e proteção geral como, por exemplo, para-raios.

8.5 – Subestação nº 5 – Medição, proteção e transformação

8.5.1 Construção em alvenaria para fornecimento através de um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA.

8.5.2 A proteção na média tensão deve ser através de chave fusível.

8.5.3 A medição da Cemig deve ser a 3 elementos na média tensão.

8.5.4 Deve ter proteção geral na baixa tensão através de disjuntor, que deve ser instalado dentro da subestação de entrada de energia elétrica quando o cliente optar por ter geração própria.

8.5.5 O transformador deve ser instalado dentro da subestação, de acordo com os Desenhos 19 e 20, páginas 6-26 e 6-27.

8.6 – Subestação nº 6 – Subestação blindada instalada em carreta (Subestação Móvel)

8.6.1 Subestação constituída por cubículo blindado, de acordo com o item 8.4, página 4-11, porém com o(s) transformador (es) incorporado (s) no(s) compartimento(s) do cubículo, para demandas de até 500 kVA, e cuja utilização deve ser de acordo com contrato específico a ser firmado entre o consumidor e a Cemig.

8.6.2 No local onde a carreta estiver estacionada para fornecimento de energia elétrica deve ser construído um sistema de aterramento conforme descrito no item 7 da página 4-9.

8.6.3 Na utilização dessa subestação para ligações provisórias o compartimento para instalação de medição não será utilizado.

8.6.4 Na carreta deve ser prevista a instalação de estrutura/poste para a ancoragem do ramal de entrada em média tensão para atender as distâncias dos condutores ao solo conforme o item 1.2.1.2, página 3-2, para atendimento através de rede aérea.

8.6.5 Na carreta deve ser prevista a instalação de estrutura que permita ligar o ramal de entrada à rede da Cemig com segurança. Esse ramal deve ser protegido por eletroduto de PVC conforme o Desenho 5, página 8-6.

8.8.6 Neste tipo de subestação o Ponto de Entrega situa-se na conexão do ramal de entrada com a rede de distribuição de energia elétrica da Cemig.

8.8.7 Neste tipo de subestação não tem ramal de ligação e tem somente ramal de entrada. Os condutores do ramal de entrada devem ter as mesmas características do ramal de ligação conforme o item 1.2.2.1, página 3-2 para atendimento através de rede aérea ou conforme o item 1.3.2, página 3-3 para atendimento através de rede subterrânea. Além disso, os condutores do ramal de entrada devem ter comprimento suficiente para a ligação à rede da Cemig.

8.7 – Subestação nº 1 e nº 2 compartilhada

8.7.1 Em relação às subestações individuais nº 1 e nº 2, opcionalmente pode ser construída a subestação compartilhada conforme o Desenho 13, página 6-17.

8.7.2 Para a construção da subestação compartilhada, as seguintes condições devem ser atendidas:

a) Todas as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento devem ter carga instalada acima de 75kW.
b) As unidades consumidoras devem ter CNPJ e processos produtivos independentes.
c) A subestação deve ser construída num local de comum acesso e esse local não pode ser interno à nenhuma das edificações envolvidas no compartilhamento. Não pode ter nenhuma separação física entre as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento e o local da subestação.
d) Quando as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento se localizarem na mesma edificação, deve ter uma separação física entre essas unidades.

9. BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

9.1 Nas subestações em que se usar barramentos, esses devem ser de cobre nu, de seção transversal de qualquer formato, porém de seção mínima condutora de acordo com a Tabela 5, página 5-5.

9.2 A Tabela 4, página 5-4, mostra os afastamentos mínimo e recomendado para os barramentos de média tensão.

9.3 Nas emendas e derivações dos barramentos devem ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não sendo admitido o uso de outro tipo de solda.

9.4 Os barramentos em média tensão devem ser pintados nas seguintes cores:

a) FASE A : Vermelha
b) FASE B : Branca
c) FASE C : Marrom
d) NEUTRO : Azul

10. BARRAMENTOS DE BAIXA TENSÃO

10.1 Na subestação nº 1 os barramentos devem ser de cobre nu, de seção transversal de qualquer formato, porém de seção mínima condutora de acordo com a Tabela 3, página 5-4.

10.2 Os barramentos devem ser isolados (isolamento termocontrátil) preferencialmente nas cores padronizadas conforme abaixo ou todas as fases em preto com fitas coloridas identificando as respectivas fases.

a) FASE A : Vermelha
b) FASE B : Branca
c) FASE C : Marrom
d) NEUTRO : Azul

10.3 Nas emendas e derivações dos barramentos devem ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não sendo admitido o uso de outro tipo de solda.

10.4 Os barramentos devem ser dimensionados de modo a suportar uma elevação máxima de 40º em relação à temperatura ambiente.

10.5 Os barramentos devem ser instalados com um afastamento mínimo de 30mm, entre si e com relação a outras partes metálicas (exceto nos pontos de fixação por isoladores).

10.6 Todos os pontos de contato dos barramentos devem ser “prateados” para garantir uma melhor conexão.

11 PROTEÇÃO E PARTIDA DE MOTORES

11.1 Os dispositivos de partida, apresentados pela Tabela 2, página 5-3, devem ser escolhidos pelos próprios consumidores, em função das características dos conjugados de partida solicitados pelas cargas (que devem ser sempre inferiores aos proporcionados pela utilização dos dispositivos).

11.2 Os dispositivos de partida devem ser dotados de sensores que os desliguem na eventual falta de tensão, em pelo menos uma fase.

11.3 Independentemente do tipo de partida, é recomendável que os consumidores instalem dispositivos de proteção contra falta de fase na ligação de seus motores. A Cemig, portanto, não se responsabilizará pelos danos causados pela falta de fase(s).

12. NOTAS COMPLEMENTARES

12.1 Todos os tipos de subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem possuir iluminação; para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas, deve ser instalado um transformador auxiliar (monofásico ou não) caso a subestação da instalação consumidora seja apenas de medição e proteção e o(s) transformador(es) esteja(m) situado(s) distante(s) da mesma, ou um transformador de potencial após a medição da Cemig para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas.

12.2 As subestações devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2(duas) horas (exceto Subestações nº 1 e 3).

12.3 Caberá ao consumidor manter a subestação com disponibilidade para inspeção da Cemig sempre que solicitado.

12.4 Recomenda-se ao consumidor programar a manutenção dos equipamentos de proteção e transformação de sua propriedade de acordo com as orientações dos fabricantes desses equipamentos. Quando da execução dos serviços de limpeza ou manutenção na subestação ou nos equipamentos, o cliente deve comunicar, por escrito, à Cemig.

12.5 O consumidor deve possuir funcionários capacitados para os trabalhos que se fizerem necessários na subestação ou nos equipamentos elétricos em geral, bem como possuir normas de segurança que prescrevam que os locais dos mesmos apresentam risco de morte, a metodologia a ser adotada como "controle de risco" e os EPI e EPC mínimos a serem utilizados; caso se mostre mais viável, o consumidor pode contratar o serviço de terceiros, através de empresas especializadas, para os serviços de manutenção necessários.

12.6 O consumidor deve, ao solicitar a ligação de obra (quando então é apresentado o projeto e ART de projeto), obter esclarecimentos na Agência de Atendimento da Cemig sobre necessidade de contrato e tipo de tarifa e medições especiais aplicáveis ao fornecimento de energia às suas instalações, considerando o regime de operação de suas cargas, bem como solicitar também a diretriz para o atendimento definitivo.

12.7 Caso seja do interesse do consumidor, nos casos onde se aplica a tarifação horo-sazonal, pode ser fornecida pela Cemig a saída de pulsos para controle de demanda ou para outras funções. As Agências de Atendimento da Cemig, com base nas informações contidas na ND-5.26 e relatórios complementares, estão aptas a prestar as informações necessárias.

12.8 Ainda exclusivamente para as instalações consumidoras cuja medição é com medidor eletrônico com memória de massa, o consumidor pode solicitar à Cemig, através das Agências de Atendimento, o fornecimento de relatório contendo os dados relativos a sua curva de carga, sendo o custo deste cobrado do consumidor.

12.9 Em qualquer tipo de subestação é vetada a instalação de dispositivos ou equipamentos que não sejam destinados ou relacionados à proteção geral de média tensão , medição da Cemig e transformação, tais como banco de capacitores, quadro de baixa tensão, controladores de demanda, etc. Excepcionalmente para a Subestação nº 1 os disjuntores das cargas de emergência e das demais cargas podem ser instalados numa caixa CM-9 localizada na mesma mureta onde estarão as caixas CM-4 (medição Cemig) e CM-9 (proteção geral).

12.10 É responsabilidade do consumidor manter a iluminação, para-raios, aterramento, dispositivos de proteção e demais materiais, dispositivos e equipamentos da subestação em condições de plena operação.

12.11 Na porta de acesso às subestações nº 2, 3, 4 e 5 deve ser fixada placa com os dizeres " PERIGO DE MORTE – MÉDIA TENSÃO "; Para as subestações nº 2, 4 e 5 essa porta deve ser metálica, com vão luz de dimensões mínimas de 1,20m x 2,10m e deve abrir para fora. No entanto, se a subestação fizer parte integrante da edificação, a porta de acesso às subestações nº 2, 4 e 5 deve ser porta corta fogo de classe P-90 (resistente ao fogo por 90 minutos) e ser de abertura para a parte externa da subestação. A porta corta fogo deve ter duas folhas, uma fixa e outra móvel e a móvel com tamanho mínimo de 0,80m, receber uma identificação indelével e permanente, por gravação ou por plaqueta metálica, com as seguintes informações conforme a NBR 11742: identificação do fabricante, classificação conforme resistência ao fogo, porta corta fogo conforme NBR 11742, número de ordem de fabricação e mês e ano de fabricação. Nesse tipo de porta também deve ser fixada placa com os dizeres " PERIGO DE MORTE – MÉDIA TENSÃO " .

12.12 Considera-se como parte integrante da edificação a subestação cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.

12.13 Em todas as subestações, exceto Subestações nº 1 e 3 , devem ser instalados extintores do tipo pó ABC com capacidade mínima de 6kg, próximo à porta da subestação do lado de fora da mesma; esse extintor deve ser protegido contra os intempéries da natureza.

12.14 O condutor neutro no circuito de baixa tensão deve ser identificado através da cor azul do seu isolamento.

12.15 Opcionalmente os condutores (fases e neutro) podem ser flexíveis classe 5 ou 6 de acordo com a NBRNM 280. Nas extremidades dos condutores flexíveis devem ser utilizados terminais de encapsulamento ou terminais de compressão maciço de cobre ou terminais de compressão vazado tipo pino conforme os Desenhos 13 e 14, páginas 8-14 e 8-15 visando proporcionar melhor conexão, não sendo aceito o estanhamento dos condutores flexíveis.

12.16 Os no-break para instalação em caixa modular com relé devem possuir potência mínima de 1000VA.

12.17 Se dentro das Subestações nº 2, 4 ou 5 conter líquido isolante , deve ser previsto tanque de contenção desse líquido; opcionalmente pode ser construído piso impermeável como depósito do líquido isolante em substituição ao tanque de contenção se dentro dessas subestações não tiver mais do que 3(três) transformadores e esses transformadores ou outros equipamentos conterem , cada um deles, menos de 100(cem) litros de líquido isolante.

12.18 Qualquer transformador de força para potência até 300kVA a ser instalado após a subestação de entrada geral de energia elétrica deve ser instalado em poste ou no piso (incluindo o sistema pad mounted) conforme a norma brasileira pertinente. Para potência acima de 300kVA o transformador deve ser instalado no piso (incluindo o sistema pad mounted) conforme a norma brasileira pertinente.

TABELAS PARA DIMENSIONAMENTO DA SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

TABELA 1 - DIMENSIONAMENTO DA SUBESTAÇÃO Nº 1 (MEDIÇÃO E PROTEÇÃO NO LADO DE BAIXA TENSÃO)

TRANSFORMADOR		MEDIDOR ELETRÔNICO (3 ELEMENTOS) CORRENTE NOMINAL/ CORRENTE MÁXIMA (A)	TRANSFORMADORES DE CORRENTE F.T. = 2 RELAÇÃO	DISJUNTOR CORRENTE NOMINAL (A) (Capacidade Mínima de interrupção de cc de 30 kA)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO			ATERRAMENTO		
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	TENSÃO SECUNDÁRIA (V)				CONDUTOR POR FASE E NEUTRO Cu/PVC SEÇÃO (mm²)	ELETRODUTO DIÂMETRO NOMINAL (mm) PVC	ELETRODUTO DIÂMETRO NOMINAL (mm) AÇO	CONDUTORES DE Cu - ATERRAMENTO E DE INTERLIGAÇÃO DAS HASTES - SEÇÃO (mm²)	Nº MÍNIMO DE HASTES (UN)	MAIOR VALOR ADMISSÍVEL PARA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO (Ω)
75	220/127	2,5 / 10 OU 2,5 / 20	200-5	200	120	75	65	50	4	10
	380/220		200-5	120	50	50	40			
	440/254		200-5	100	35	50	40			
112,5	220/127		200-5	300	240	110	100			
	380/220		200-5	175	95	75	65			
	440/254		200-5	150	70	60	50			
150	220/127		400-5	400	2 x 120	2 x 75	2 x 65			
	380/220		200-5	250	150	100	110			
	440/254		200-5	200	120	75	65			
225	220/127		400-5	600	2 x 240	2 x 110	2 x 100		9	
	380/220		200-5	350	2 x 120	2 x 75	2 x 65			
	440/254		200-5	300	240	110	100			
300	220/127		600-5	800	3 x 240	3 x 110	3 x 100			
	380/220		400-5	500	2 x 240	2 x 110	2 x 100			
	440/254		400-5	400	2 x 120	2 x 75	2 x 65			

TABELA 2 - LIMITES MÁXIMOS DE POTÊNCIA DE MOTORES

TIPO DO MOTOR	TENSÃO NOMINAL DO CIRCUITO	TIPO DE LIGAÇÃO	PARTIDA DIRETA	ROTOR EM GAIOLA - DISPOSITIVOS AUXILIARES DE PARTIDA							ROTOR BOBINADO
				CHAVE SÉRIE PARALELO	CHAVE ESTRELA TRIÂNGULO	COMPENSADOR DE PARTIDA			RESISTÊNCIA OU REATÂNCIA PRIMÁRIA		
						50 %	65 %	80 %	70 %	85 %	
MOTOR MONOFÁSICO	13,8 / $\sqrt{3}$ ou 22 / $\sqrt{3}$ ou 34,5 / $\sqrt{3}$ kV	**FASE-NEUTRO (1)**	10 CV	15 CV		15 CV	15 CV	12,5 CV	15 CV	12,5 CV	
MOTOR TRIFÁSICO	13,8 ou 22 ou 34,5kV	TRIFÁSICA (1)	50 CV	125 CV	100 CV	125 CV	75 CV	60 CV	75 CV	60 CV	60 CV

NOTAS

1. Atendimento através de transformador exclusivo.
2. Para motores com potência acima das especificadas nesta tabela deve ser utilizado chave soft-starter ou inversor de freqüência.

TABELA 3 - DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE BAIXA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA DAS BARRAS DE COBRE S (mm²)
ATÉ 300	181
DE 301 A 400	211
DE 401 A 450	241
DE 451 A 500	272
DE 501 A 600	302
DE 601 A 675	332
DE 676 A 750	403
DE 751 A 900	483
DE 901 A 1200	665
DE 1201 A 1500	907
DE 1501 A 1800	1109
DE 1801 A 2100	1210
Acima de 2100	S (NOTA 1)

NOTA:

1. S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$

TABELA 4 - AFASTAMENTO DOS BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

TENSÃO NOMINAL (kV)	ÁREA							
	ABRIGADA				AO TEMPO			
	FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)		FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO
13,8	150	200	115	150	170	300	130	200
22	270	350	190	250	380	500	260	350
34,5	390	500	265	350	590	700	390	500

NOTA:

1. Para cubículos blindados podem ser adotados outros valores.

TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA - COBRE NU S (mm²)	DIÂMETRO MÍNIMO – BARRAMENTO EM FORMA DE VERGALHÃO - COBRE NU Polegada
ATÉ 21	20	1/4
DE 21 A 100	50	3/8
ACIMA DE 100	S (NOTA 1)	

NOTA:

1. S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$.

TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 13,8KV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 100	ATÉ 100
10-5	DE 100 A 200	DE 100 A 300
15-5	DE 150 A 300	DE 150 A 400
20-5	DE 200 A 400	DE 200 A 600
25-5	DE 250 A 500	DE 250 A 750
30-5	DE 300 A 600	DE 300 A 900
40-5	DE 400 A 800	DE 400 A 1200
50-5	DE 500 A 1000	DE 500 A 1500
75-5	DE 750 A 1500	DE 750 A 2250
100-5	DE 1000 A 2000	DE 1000 A 3000
150-5	DE 1500 A 3000	DE 1500 A 4500
200-5	DE 2000 A 4000	DE 2000 A 6000
300-5	DE 3000 A 6000	DE 3000 A 9000
400-5	DE 4000 A 8000	DE 4000 A 12000

TABELA 7 - DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 13,8KV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
70 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

TABELA 8 - DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 22KV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 170	ATÉ 170
10-5	DE 170 A 340	DE 170 A 510
15-5	DE 255 A 510	DE 255 A 765
20-5	DE 340 A 680	DE 340 A 1020
25-5	DE 425 A 850	DE 425 A 1275
30-5	DE 510 A 1020	DE 510 A 1530
40-5	DE 680 A 1360	DE 680 A 2040
50-5	DE 850 A 1700	DE 850 A 2550
75-5	DE 1275 A 2550	DE 1275 A 3825
100-5	DE 1700 A 3400	DE 1700 A 5100
150-5	DE 2550 A 5100	DE 2550 A 7650
200-5	DE 3400 A 6800	DE 3400 A 10200
300-5	DE 5100 A 10200	DE 5100 A 15300
400-5	DE 6800 A 13600	DE 6800 A 20400

TABELA 9 - DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 22KV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
120 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

TABELA 10 - DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 34,5KV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA
	FT = 1,5
5 – 5	ATÉ 275
10-5	DE 275 A 820
25-5	DE 650 A 1950
50-5	DE 1340 A 4000
100-5	DE 2680 A 8060
200-5	DE 5350 A 16000
400-5	DE 10740 A 32200

TABELA 11 - DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 34,5KV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
175:1	A TRÊS ELEMENTOS

TABELA 12 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES - RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 13,8KV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-8,7/15kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	4.200
3 x 1 x 120 + 3/8P	7.000
3 x 1 x 185 + 3/8P	9.200

NOTAS:

1. S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 8,7/15kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
25	3.100
35	3.700
50	4.300
70	5.400
95	6.500
120	7.300
150	8.300
240	10.800

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 8,7/15kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	4972
150	9919

NOTAS:

1. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2. Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente podem, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

TABELA 13 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES - RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 22KV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-15/25kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	10.082
3 x 1 x 120 + 3/8P	17.524

NOTAS:

1. S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 15/25kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	3.300
70	4.100
95	4.900
120	5.600
150	6.300
185	7.100
240	8.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 15/25kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	8242
150	16404

NOTAS:

1. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2. Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente podem, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

TABELA 14 - DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES - RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 34,5KV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-20/35kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 70 + 3/8P	18.703

NOTAS:

1. S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 20/35kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	6000
70	7600
95	9100
120	10300
150	11700
185	13100
240	15300

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CAA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL (30° elevação)
2	9023
1/0	12130
4/0	19002
336,4	25814

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 20/35kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
70	14580
150	23603

NOTAS:

1. Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2. Os condutores de alumínio nu (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente podem, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

TABELA 15 - MUFLAS TERMINAIS – 15, 25 OU 35 KV

Para instalação de cabos isolados de média tensão (EPR / XLPE) devem ser utilizados terminais unipolares de média tensão conforme a tabela abaixo :

TERMINAIS UNIPOLARES DE MÉDIA TENSÃO 15, 25 ou 35 kV	
INSTALAÇÃO EXTERNA	INSTALAÇÃO INTERNA
TERMOCONTRÁTEIS (c/saia)	TERMOCONTRÁTEIS
DE PORCELANA	DE PORCELANA
MODULARES (c/saia)	MODULARES
CONTRÁTEIS A FRIO (c/saia)	CONTRÁTEIS A FRIO
----	ENFAIXADOS
TERMINAL DESCONECTÁVEL RETO (TDR)	-----

TABELA 16 - DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA – 15kV

DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (15 kV)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	6
112,5	8
150	10
225	16
300	25
500	40
750	63
1000	80

TABELA 17 - DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA – 25kV

DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (25 kV)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	6
150	8
225	10
300	16
500	25
750	32
1000	50

TABELA 18 - DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA – 35kV

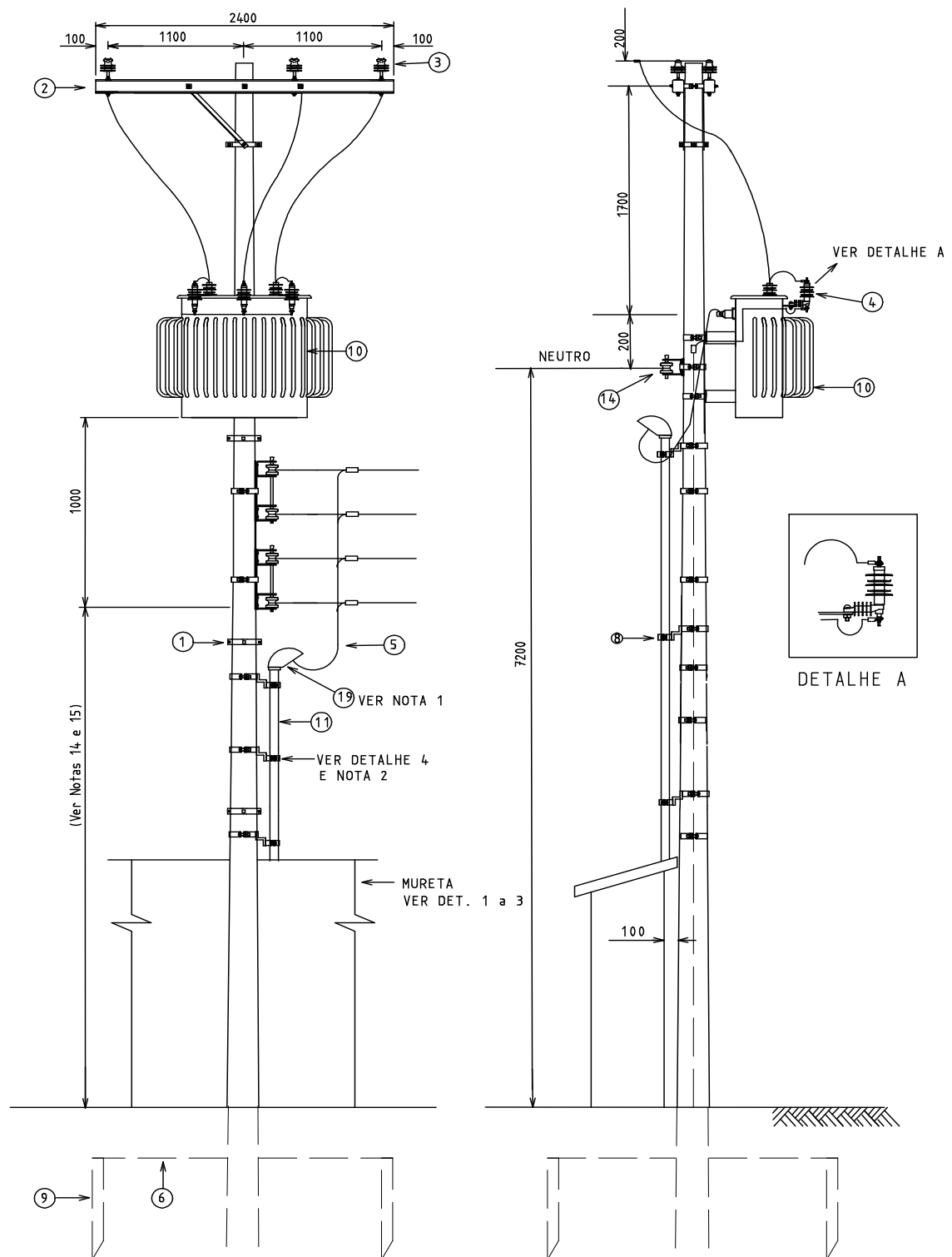
DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (35 kV)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	4
150	6
225	8
300	10
500	16
750	25
1000	32

TABELA 19 – DIMENSIONAMENTO DOS FUSÍVEIS PARA A CHAVE DA DERIVAÇÃO DA REDE DA CEMIG

DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL		
	13,8 kV	22 kV	34,5 kV
Até 75	5 H	3 H	2 H
Até 112,5	6 K	5 H	3 H
Até 150	8 K	5 H	5 H

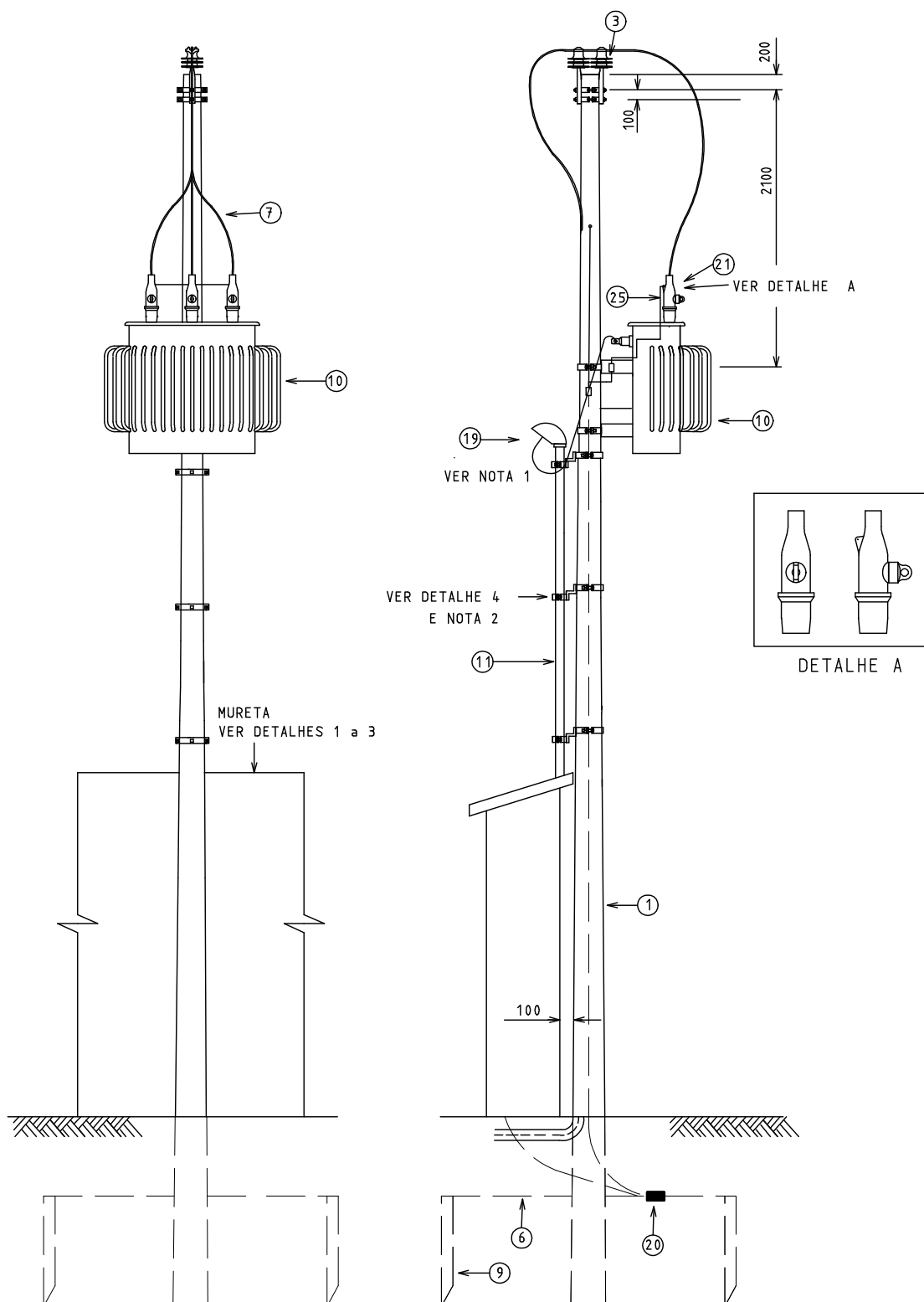
TIPOS DE SUBESTAÇÕES DE ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

DESENHO 1 - SUBESTAÇÃO Nº1

RAMAL DE LIGAÇÃO CONVENCIONAL E SAÍDA AÉREOS PARA ATENDIMENTO RURAL – RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO

NOTA:

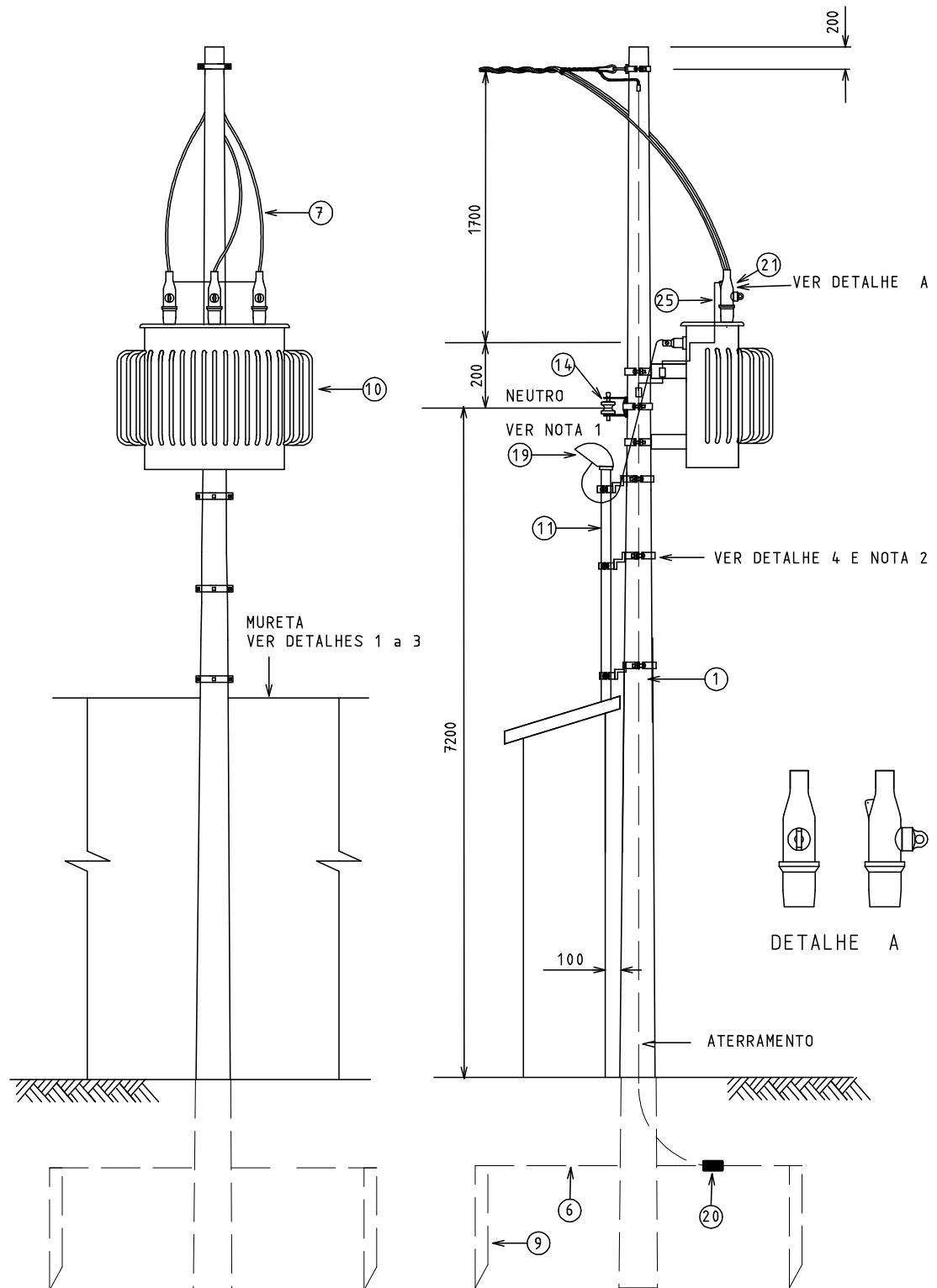
1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 2 - SUBESTAÇÃO Nº1

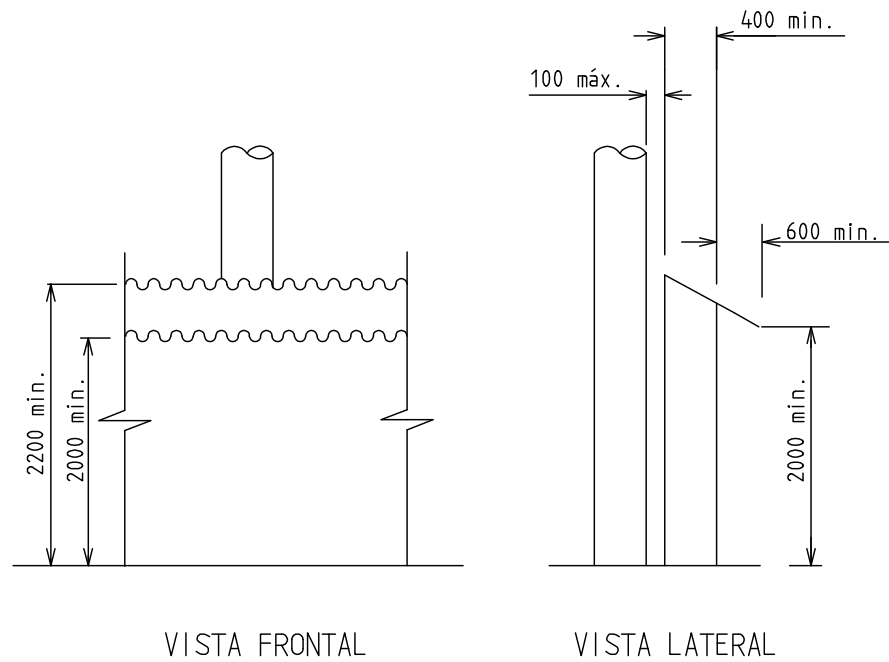
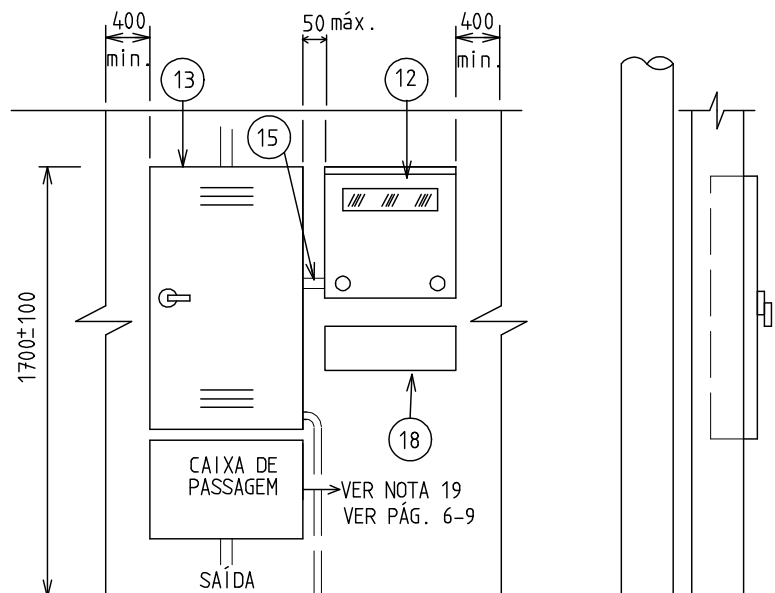
RAMAIS DE LIGAÇÃO OU DE ENTRADA E SAÍDA SUBTERRÂNEA – RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO

NOTA:

1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 3 - SUBESTAÇÃO Nº1

RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO COM CABO ISOLADO, RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E RAMAL DE SAÍDA SUBTERRÂNEO

NOTA:

1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 4 - SUBESTAÇÃO Nº1 – DETALHES 1 E 2

NOTAS:

1. A posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.1.7, página 3-4.
2. Dimensões em milímetros.

DESENHO 5 - SUBESTAÇÃO Nº1 - DETALHE 3 – MONTAGEM DA CAIXA CM-9 OU CM-18 - DISJUNTOR ATÉ 1000A E TC ATÉ 1000/5A

Nota 1

Nota 2

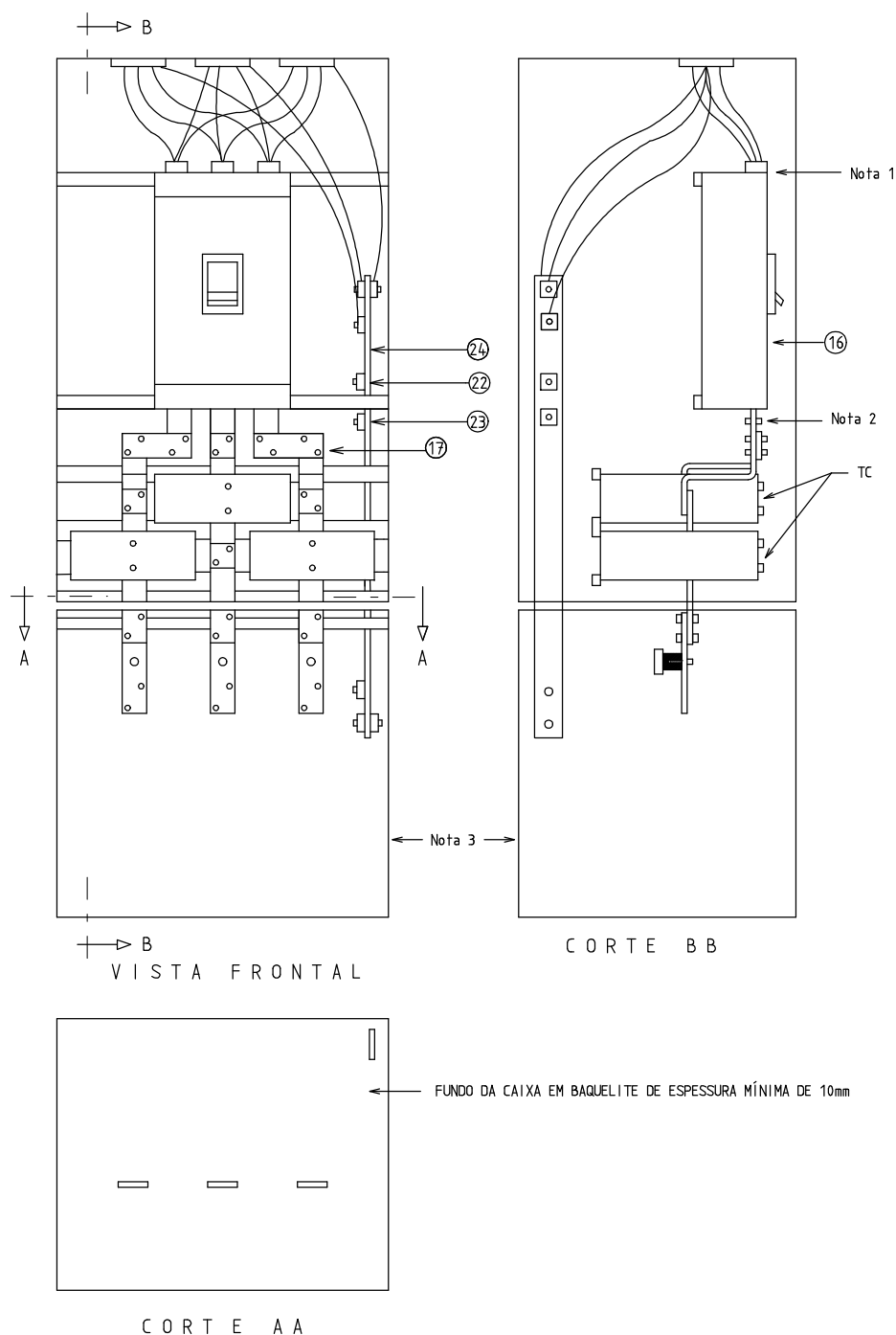
TC

Nota 3

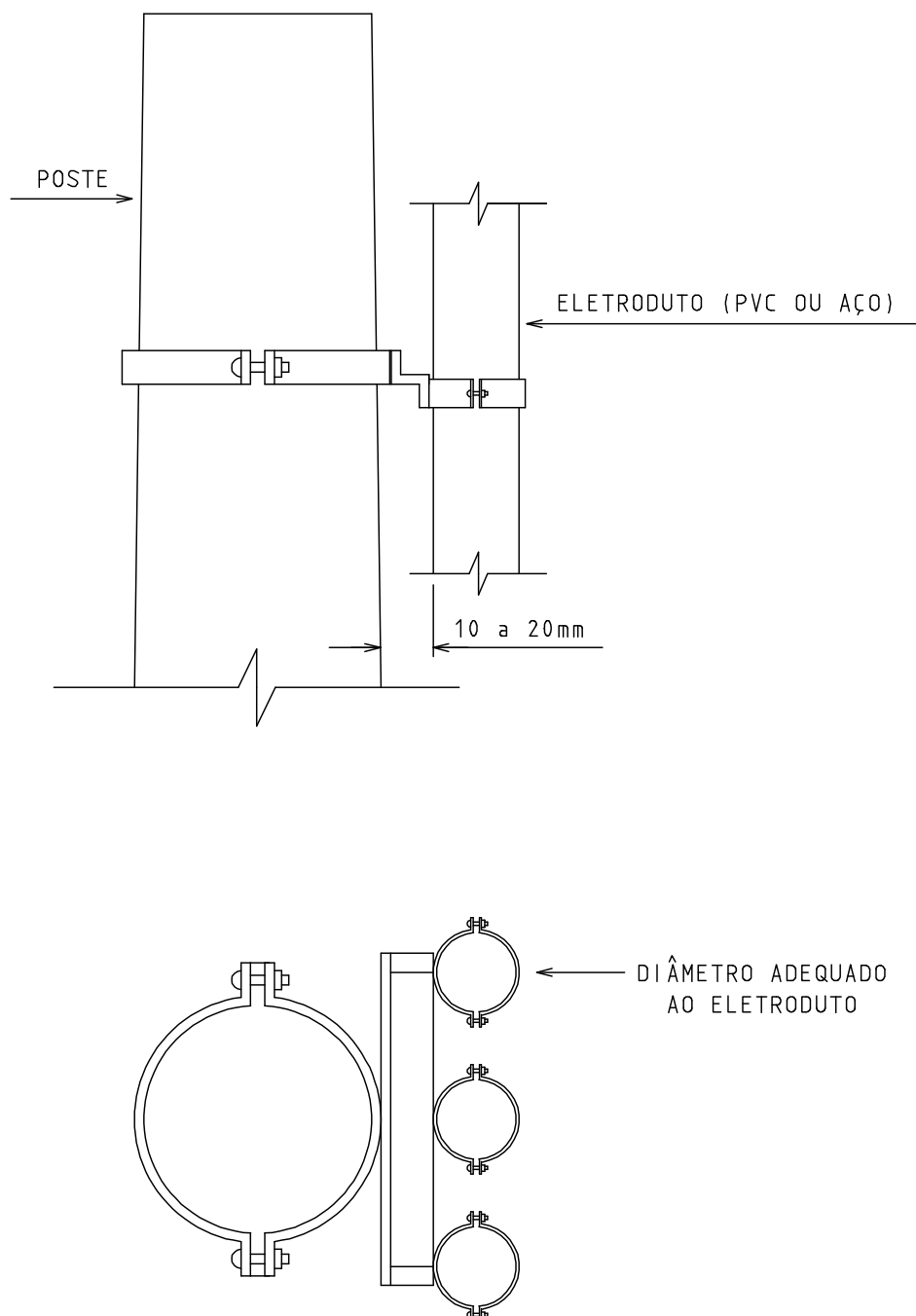
VISTA FRONTAL

CORTE BB

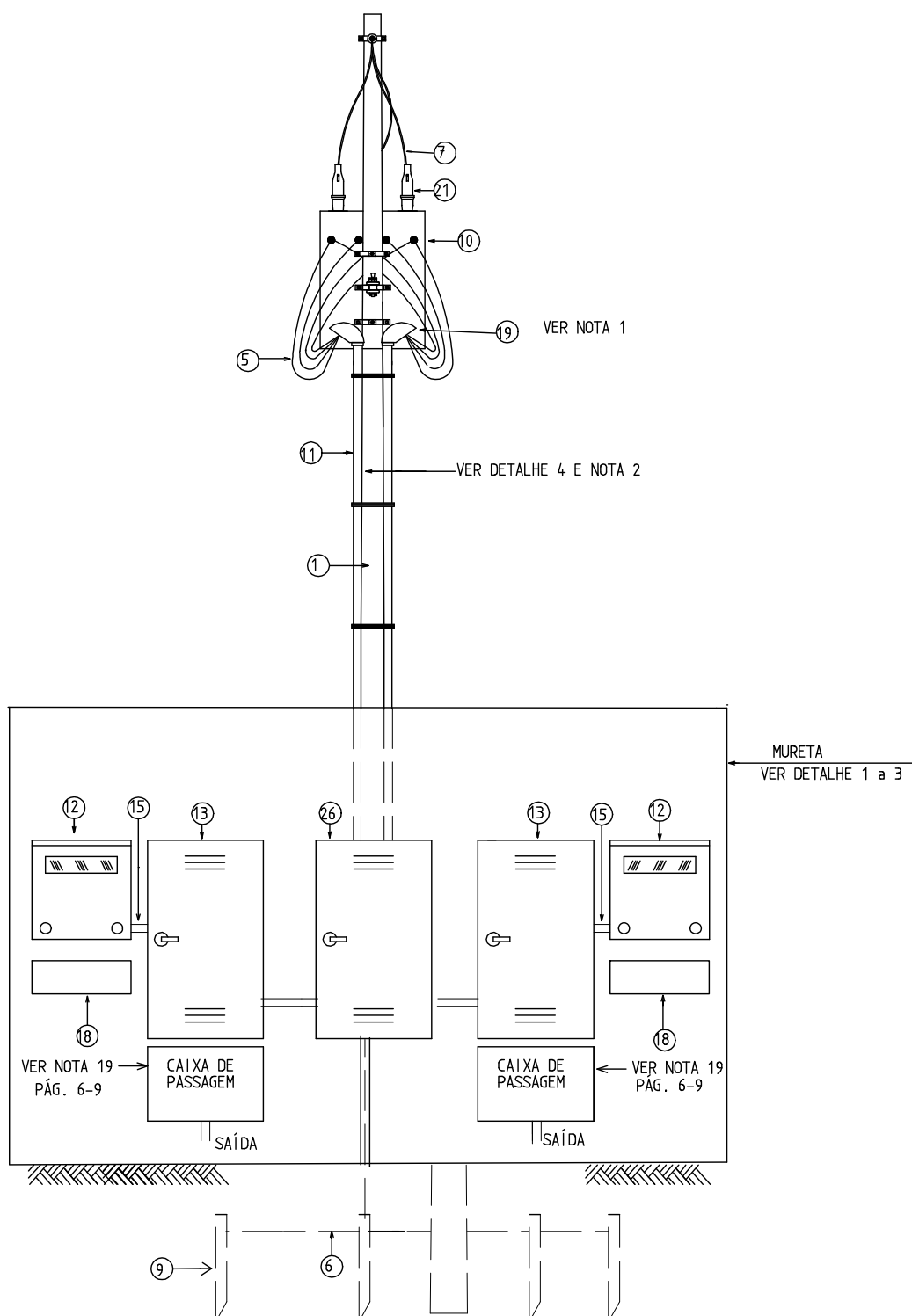
FUNDO DA CAIXA EM BAQUELITE DE ESPESSURA MÍNIMA DE 10mm

CORTE AA

NOTAS:

1. Medidores eletrônicos utilizados em unidades consumidoras irrigantes devem ter sua alimentação derivada antes da proteção geral da instalação.
2. Ponto para amostragem de tensão para a medição das demais unidades consumidoras (parafuso de máquina com uma arruela comum e uma de pressão).
3. Caixa de passagem provida de tampa e deve ter as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura. A altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor.
4. Para disjuntores entre 800A e 1000A (inclusive), utilizar caixa CM-18.

DESENHO 6 - SUBESTAÇÃO Nº1 - DETALHE 4 – SUPORTE PARA ELETRODUTOS

NOTA:

1. Toda ferragem deve ser zincada por imersão a quente.

DESENHO 7 - SUBESTAÇÃO Nº1 COMPARTILHADA - SAÍDA SUBTERRÂNEA

NOTAS:

1. A posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.1.7, página 3-4.
2. Alternativamente, a subestação nº 1 compartilhada pode ser construída conforme a seguir:
   a) Sem a caixa CM-10. Neste caso fica limitada em 3 (três) a quantidade de eletroduto a ser utilizada para a descida dos condutores entre o transformador e as caixas CM-9 ou CM-18 conforme os eletrodutos especificados na Tabela 1, página 5-2.

LEGENDA

(SUBESTAÇÃO nº 1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1	poste de concreto 600 daN (mínimo) (Notas 13, 14 e 15) - seção circular
2	cruzeta de madeira de 2,40 m seção transversal 90 x 115 mm
3	isolador de pino polimérico para 15 ou 25 ou 35 kV
4	para-raios para sistema aterrado 15 ou 25 ou 35 kV - neutro aterrado
5	condutor de cobre isolamento PVC, 750 V (Conforme Tabela 1, página 5-2)
6	cabo de cobre nu 50 mm² p/aterramento
7	cabo isolado conforme as Tabelas 12, 13 e 14, páginas 5-8 a 5-10
8	Suporte para eletroduto (ver Desenho 6, página 6-7 e Nota 2)
9	Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm (Conforme Tabela 1, página 5-2)
10	transformador trifásico, primário em Delta – secundário Estrela
11	eletroduto de aço ou PVC (conforme Tabela 1, página 5-2)
12	caixa para medidor polifásico sem disjuntor (CM-4)
13	caixa para disjuntor, transformadores de corrente e barramentos (CM-9); obrigatoriamente quando a montagem utilizar condutor de 240mm², ou por opção do cliente, utilizar a caixa CM-18
14	armação secundária de 1 estribo com roldana
15	eletroduto de PVC ou de aço ou niple com diâmetro de 32mm
16	disjuntor termomagnético tripolar (Conforme Tabela 1, página 5-2)
17	barramento de cobre, isolado, de baixa tensão (seção em mm²) (Conforme Tabela 3, página 5-4); todos os barramentos devem ser isolados;
18	plataforma basculante 500x500mm
19	cabeçote para eletroduto conforme Tabela 1, página 5-2
20	conector térmico CA/CAA – 2AWG-CA – 50mm²
21	Terminal Desconectável Reto (TDR) para 15 ou 25 ou 35 kV
22	conector para interligar o condutor de proteção de 10mm² (cor verde ou verde/amarelo de seu isolamento de fábrica) entre a caixa CM-9 ou CM-18 e a caixa CM-4
23	conector para ser utilizado no condutor de aterramento
24	barramento de cobre, nu, de baixa tensão, fixado na estrutura da caixa CM-9 e instalado no mesmo sentido de montagem da caixa CM-4
25	fio de cobre nu, 2,5mm² , para aterramento do ramal de ligação ou do ramal de entrada
26	caixa CM-10 com barramentos isolados por material termocontrátil e conexões prateadas

NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1. Para todos os atendimento deve ser utilizado o cabeçote de alumínio para evitar a entrada de água na caixa de proteção geral.

2. Para todo tipo de subestação 1 deve ser usado o suporte mostrado no Desenho 6, página 6-7. Devem ser previstos, no mínimo, 3 (três) suportes.

3. Para a montagem da caixa CM-9 ou CM-18, ver Desenho 5, página 6-6. A Cemig deve disponibilizar antecipadamente os TC que serão utilizados para que a montagem dos barramentos possa ser executada com as medidas corretas.

4. A instalação dos TC (na caixa CM-9 ou CM-18) será executada pela Cemig na presença do responsável pela montagem, sempre que o instalador não fizer a instalação antecipada desses componentes. Dessa forma, eventuais alterações que se façam necessárias sejam analisadas e comunicadas no local.
5. Nas emendas de barramentos os pontos de contatos devem ser "prateados" para assegurar uma boa conexão.

6. Em algumas montagens será necessário o uso de bornes superiores especiais no disjuntor para a conexão dos cabos indicados na Tabela 1, página 5-2; em hipótese alguma será permitida a conexão de mais de um condutor em cada orifício do borne do disjuntor.

7. Os bornes inferiores do disjuntor devem ser adequados para conexão a barramento.

8. Caso seja utilizado disjuntor com regulagem de atuação térmica e/ou magnética o acesso a esses ajustes não é permitido após a selagem do espelho da caixa.

9. Para a montagem mostrada no Desenho 4, detalhe 2, página 6-5, a saída é subterrânea após a medição.

10. O Desenho 5, página 6-6, está em escala de 1 : 10 e considera disjuntor de 1000 A e TC 1000 : 5 A; serão admitidas alterações desde que não alterem a funcionalidade da montagem proposta.

11. 0 poste deve ser de concreto, seção circular, com resistência mecânica de, no mínimo, 600daN.

12. Para locais com trânsito exclusivo de pedestre o poste pode ser de 10 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 3,50 m.

13. Para locais com trânsito de veículos o poste deve ser de 11 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 5,00.

14. Essa subestação considera transformadores com peso máximo de 150 daN ou 1500 kgf.

15. Aterramento deve ser conforme item 7, página 4-9.

16. O vão entre a última estrutura da rede e a subestação deve ter comprimento máximo de 30(trinta) metros correspondente ao ramal de ligação.

17. A potência do transformador deve ser, no máximo, duas vezes o valor da demanda contratada e o transformador de menor potência deve ser o de 75kVA.

18. Essa caixa de passagem deve ser provida de tampa e deve ter as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura; a altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor.

19. Nos casos que o cabo definido na Tabela 1, página 5-2 ou ainda algum cabo de bitola superior definido pelo projetista, não sejam compatíveis com o borne do disjuntor especificado, deve ser utilizado o terminal de redução para adequação de bitola, sendo proibido o corte total ou parcial de quaisquer coroas do cabo para ligação ao borne.

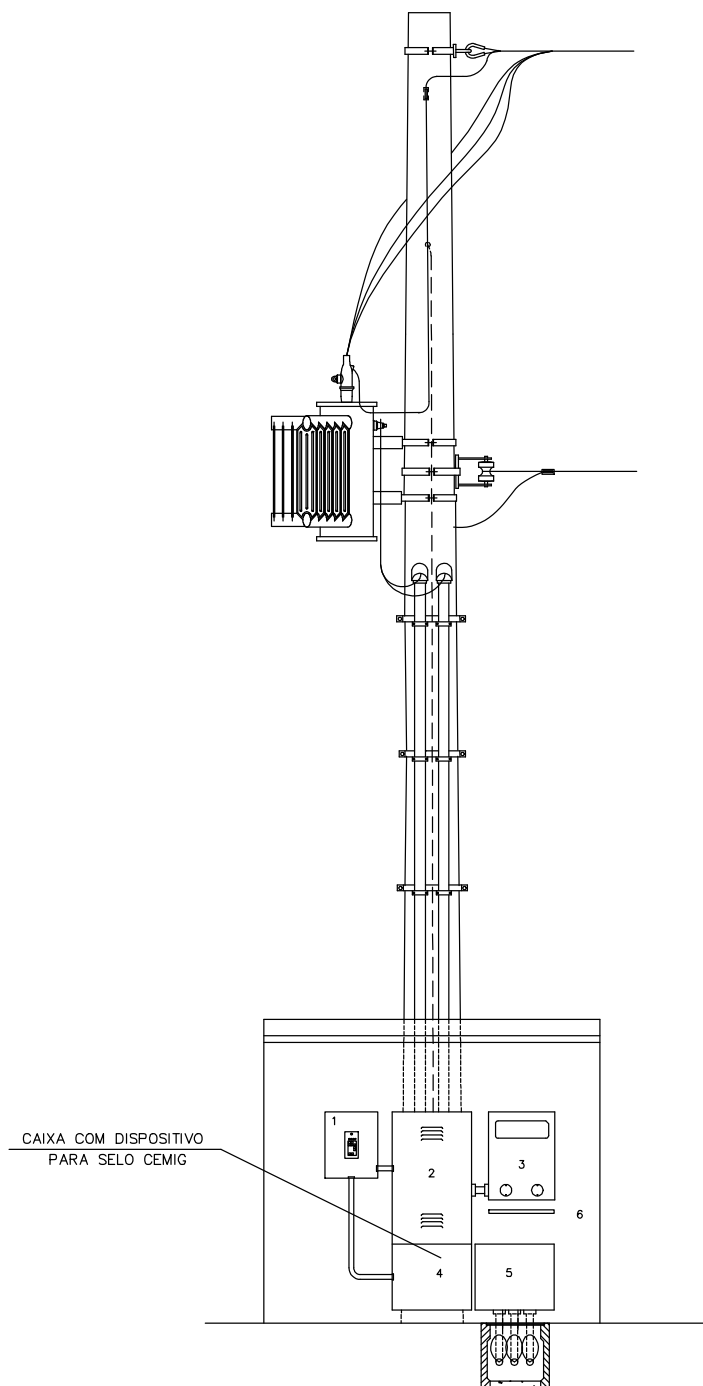
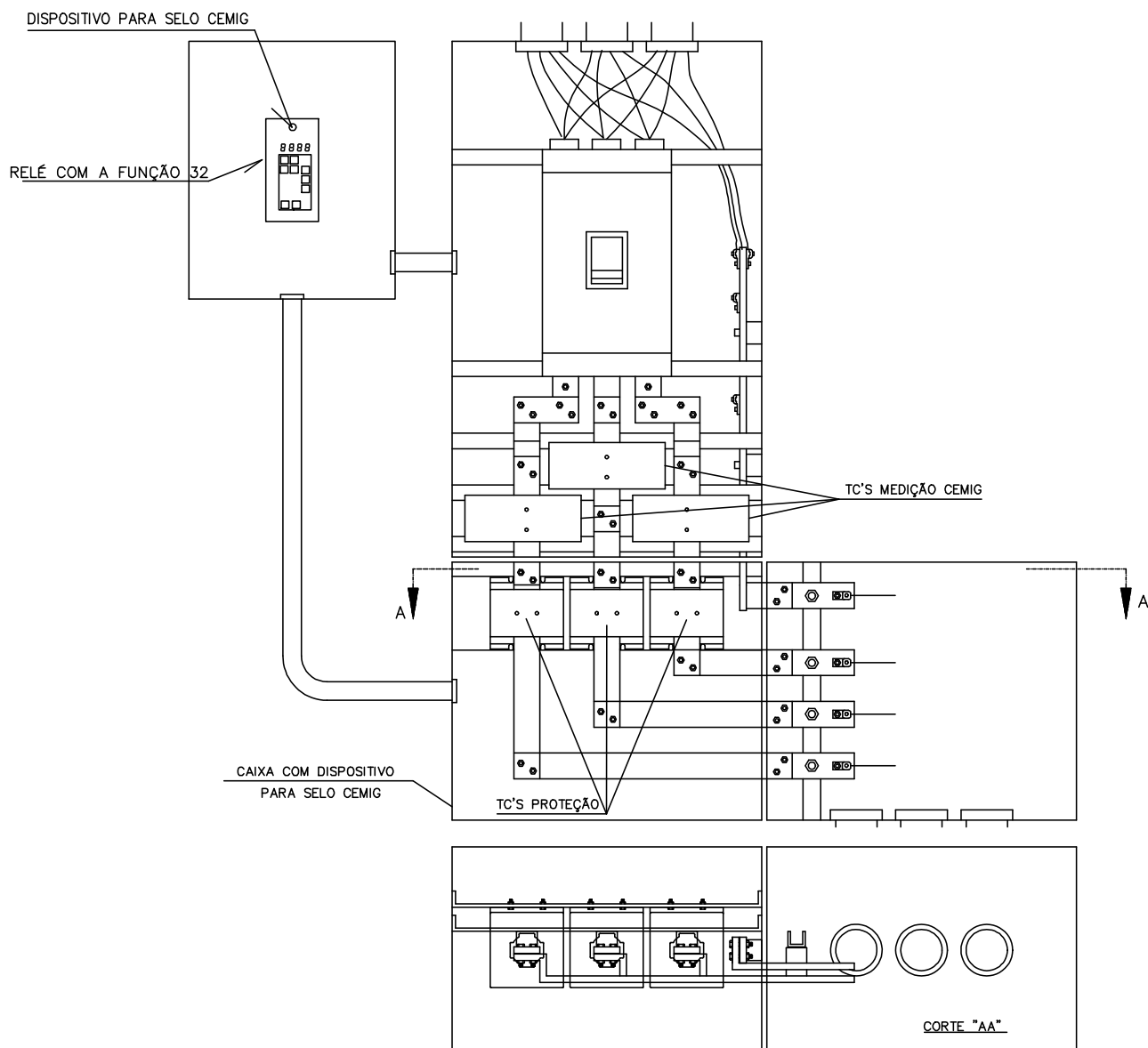
20. O barramento de neutro deve ser instalado na lateral interna da caixa CM-9 ou CM-18 que receber o acoplamento da CM-4, ou seja, no mesmo lado da CM-4.

21. O transformador a ser utilizado na subestação compartilhada deve ter potência mínima de 150kVA.

22. A Subestação nº1 compartilhada pode, ainda, ser construída da seguinte forma em alternativa à montagem do Desenho 7, página 6-8:

    a) sem a caixa CM-10; neste caso fica limitada em 3 (três) a quantidade de eletroduto a ser utilizada para a descida dos condutores entre o transformador e as caixas CM-9 ou CM-18 conforme os eletrodutos especificados na Tabela 1, página 5-2.

23. O transformador da Subestação nº 1 deve ser instalado conforme os Desenhos 2 e 3, páginas 6-3 e 6-4, não devendo ser instalado acima da mureta onde está a medição da Cemig.

DESENHO 8 - SUBESTAÇÃO Nº1 - SUBESTAÇÃO PARA ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA - SAÍDA SUBTERRÂNEA

DESENHO 9 - SUBESTAÇÃO Nº1 COM GERAÇÃO PRÓPRIA - DETALHE DE MONTAGEM DAS CAIXAS

NOTA:

1) devem ser usados 3(três) TC para proteção conforme o item 8.3.3.2, página 2-10, com dimensionamento a critério do projetista, levando-se em consideração, entre outros fatores, o nível de curto circuito na derivação da rede da Cemig para a unidade consumidora.
2) O disjuntor de baixa tensão deve ser com bobina de trip interna e ser de um dos fabricantes relacionados no Manual do Consumidor nº 11.

LEGENDA

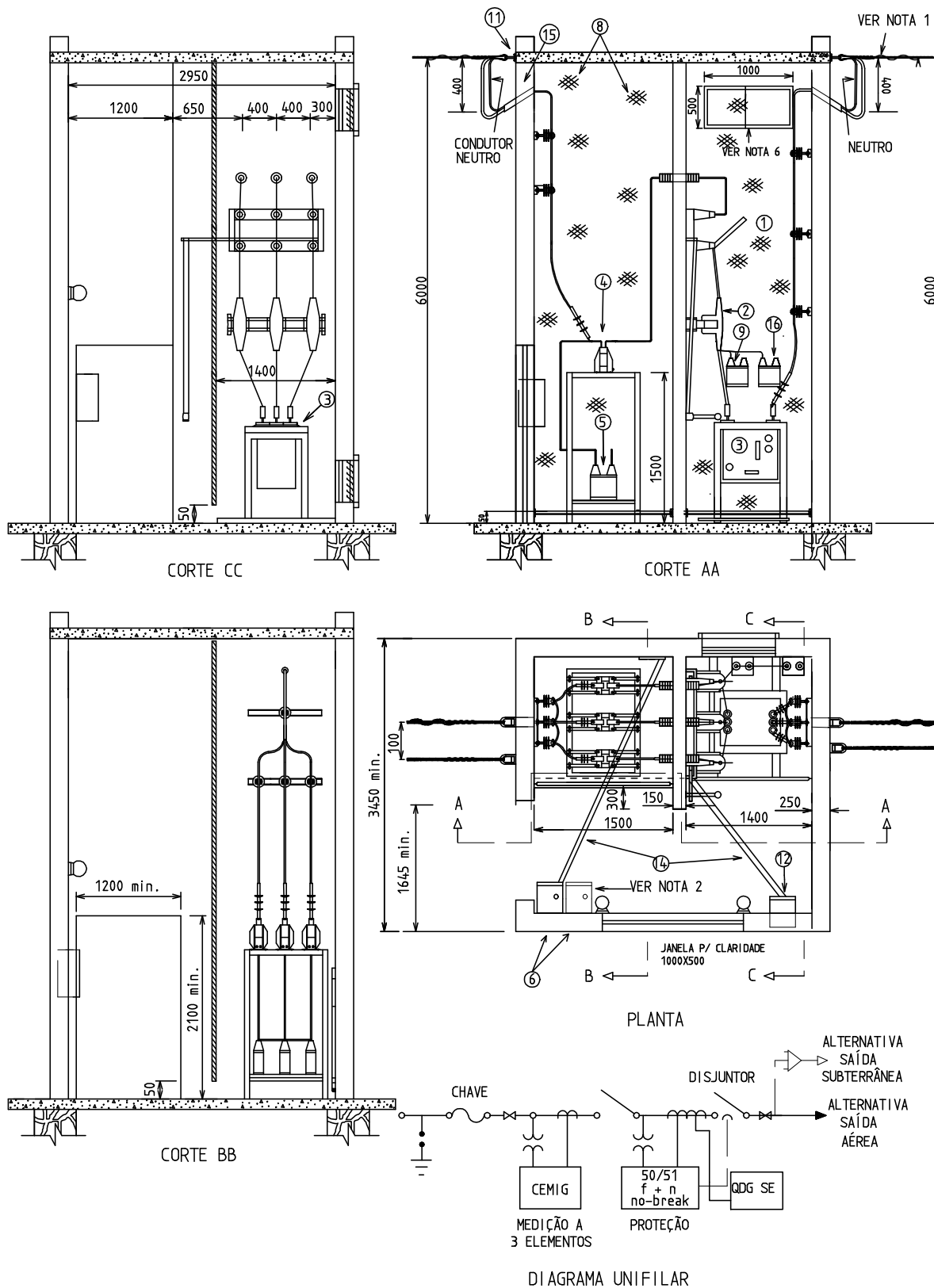
(SUBESTAÇÃO nº 1 – ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA)

1	caixa para relé de proteção direcional (função 32)
2	caixa para disjuntor, transformadores de corrente e barramentos (CM-9); quando a montagem for com condutor de 240mm², utilizar a caixa CM-18
3	caixa para medidor polifásico sem disjuntor (CM-4)
4	caixa de passagem provida de tampa e dispositivo para selo Cemig. Deve ter as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura. A altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor
5	caixa de passagem provida de tampa e com as mesmas dimensões da caixa CM-9 ou CM-18, exceto em relação à altura. A altura e a forma construtiva dessa caixa devem ser a mesma da caixa de passagem do item 4 dessa legenda
6	plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN

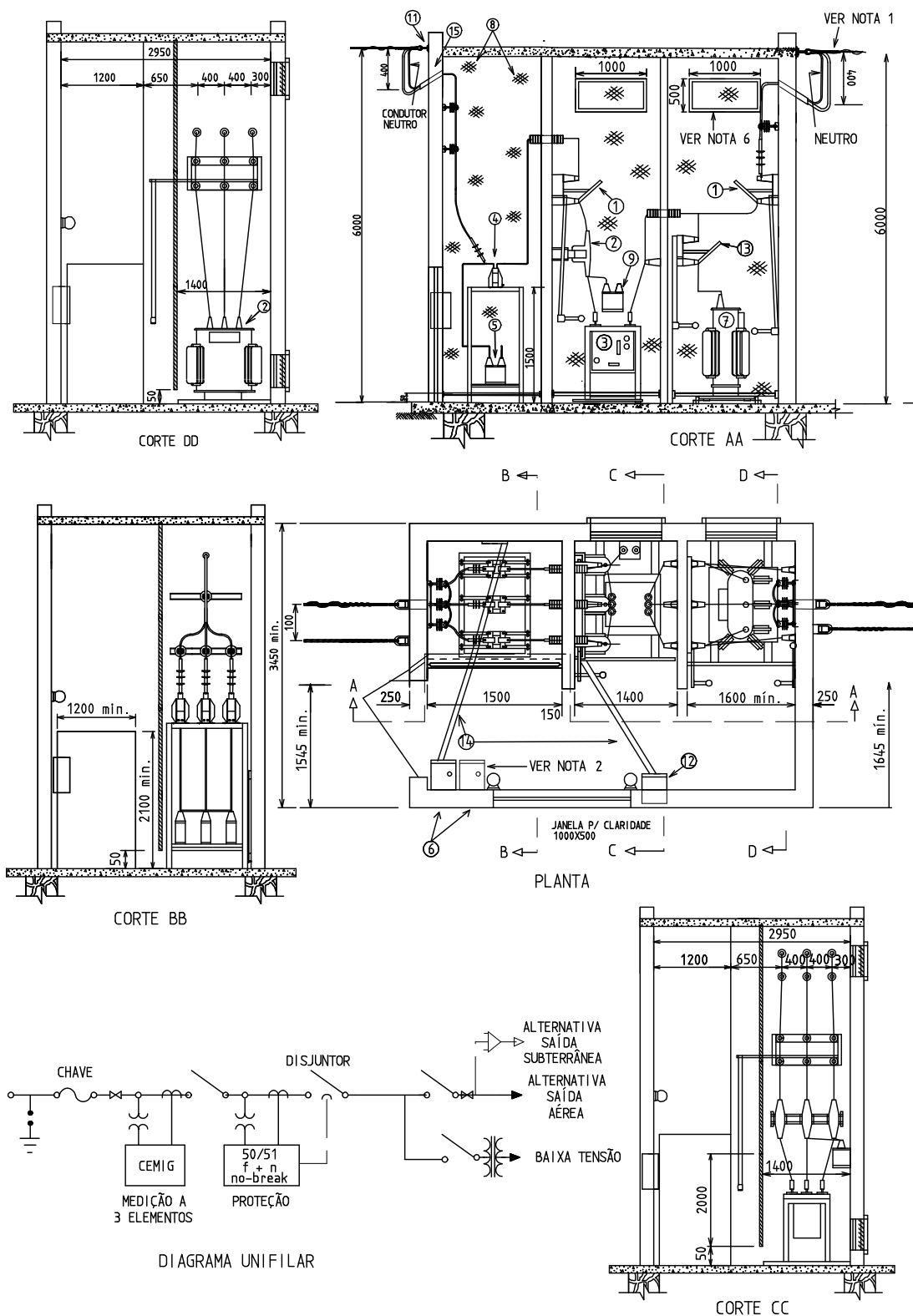
NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 1 – ATENDIMENTO COM GERAÇÃO PRÓPRIA)

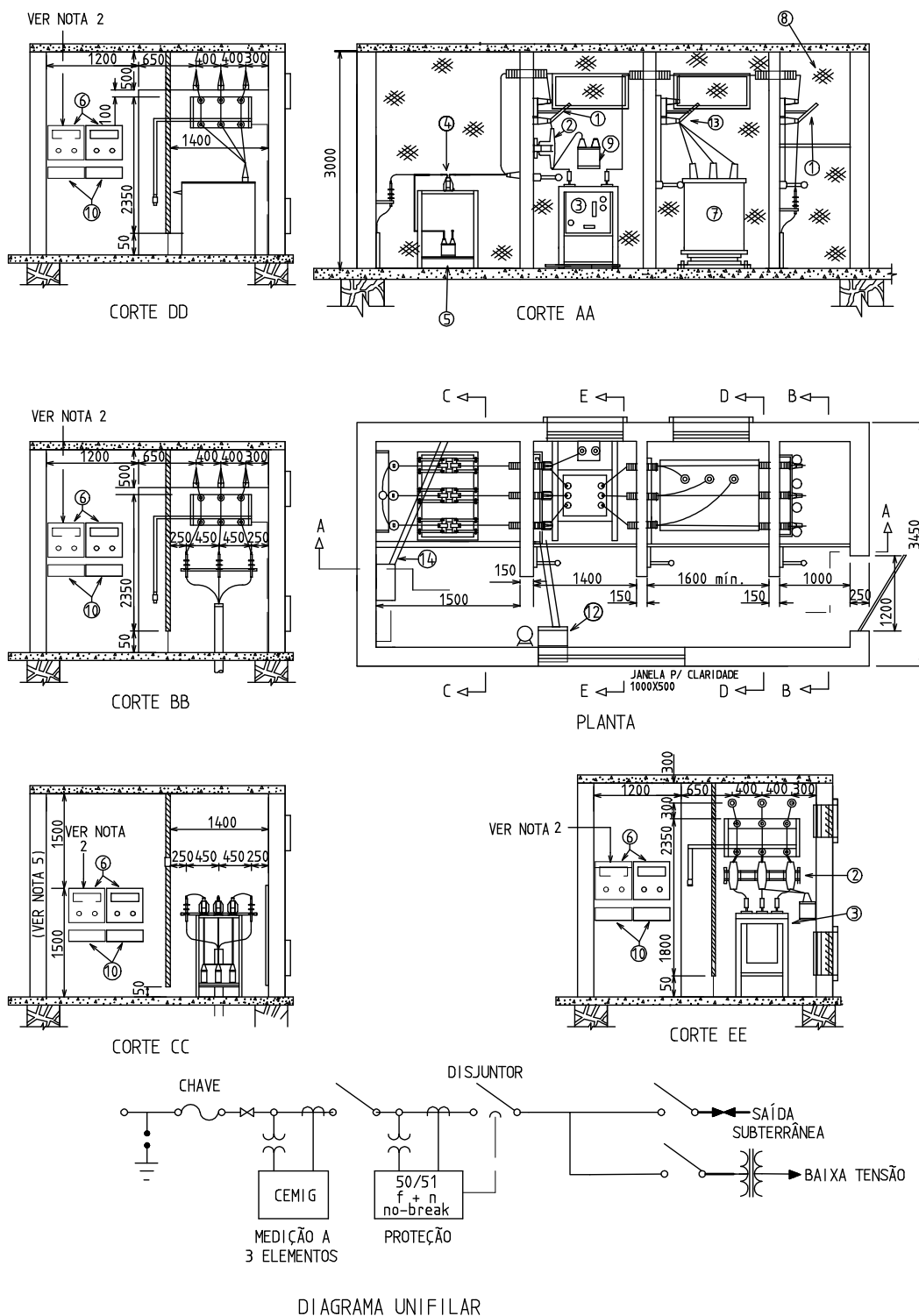
1. Os barramentos da caixa de passagem do item 5 constante da legenda (energia medida) podem ter comprimento diferente em função da instalação dos eletrodutos de saída para a unidade consumidora.
2. Entre as caixas de passagem dos itens 4 e 5 constantes da legenda deve ser instalada placa de baquelite com espessura mínima de 10mm.
3. Para a montagem da caixa CM-9 ou CM-18, ver Desenho 5, página 6-6. A Cemig deve permitir o acesso aos TC que serão utilizados para que a montagem dos barramentos possa ser executada com as medidas corretas.

DESENHO 10 - SUBESTAÇÃO Nº 2 – MEDIÇÃO E PROTEÇÃO – RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO

NOTAS:

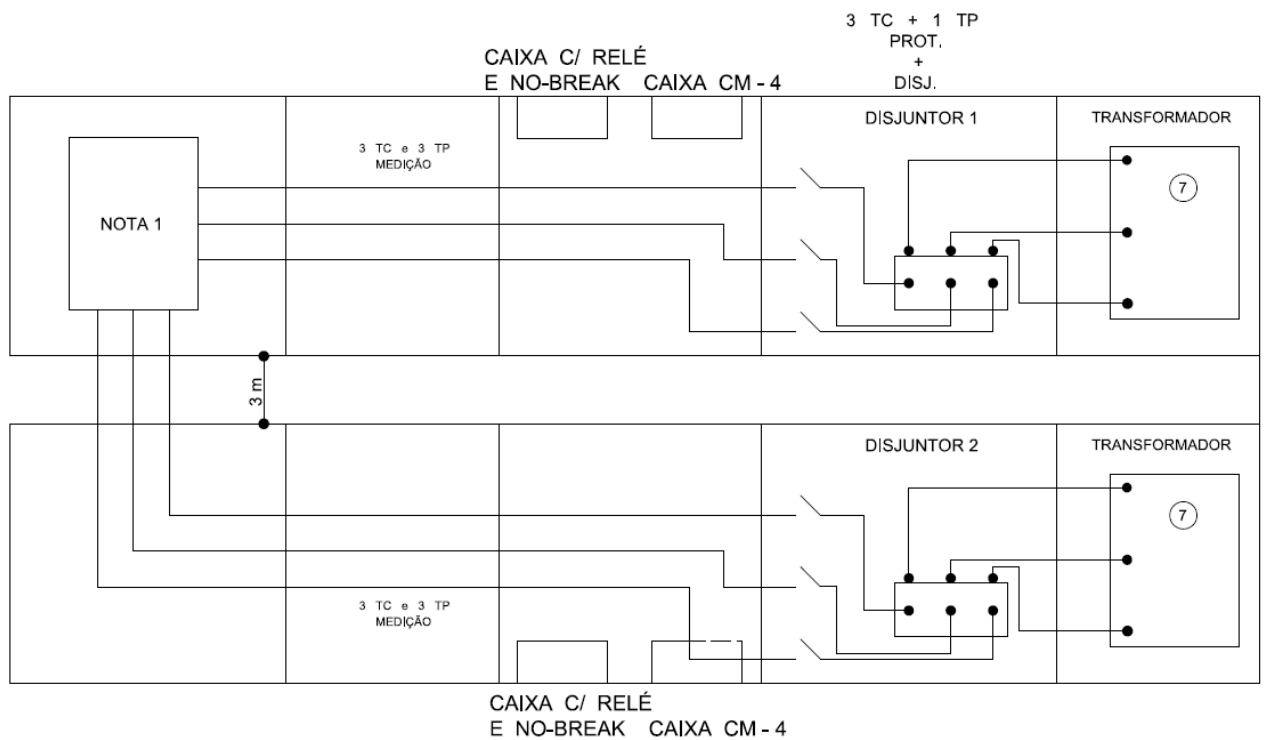
1. Dimensões em milímetros.
2. Ver Notas e Legenda da página 6-18.

DESENHO 11 - SUBESTAÇÃO Nº 2 – MEDIÇÃO, PROTEÇÃO E TRANSFORMAÇÃO – RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO

NOTAS:

1. Dimensões em milímetros.
2. Ver Notas e Legenda da página 6-18.

DESENHO 12 - SUBESTAÇÃO Nº 2 – RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO

NOTAS:

1. Dimensões em milímetros.
2. Para a tensão de 34,5 kV os afastamentos dos barramentos entre fase-neutro devem estar conforme a Tabela 4, página 5-4 desta norma.
3. Opcionalmente, o projetista pode optar pela montagem da saída (chave e condutores) na mesma baia onde está instalado o transformador.
4. Ver Notas e Legenda da página 6-18.

DESENHO 13 - SUBESTAÇÃO Nº 2 COMPARTILHADA – LAY OUT BÁSICO

NOTAS:

1. Procurar a Cemig na fase de projeto para a definição da individualização do fornecimento de energia elétrica para as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento e prevê a baia indicada no Desenho 13, página 6-17.
2. Ver Notas e Legenda da página 6-18.

LEGENDA

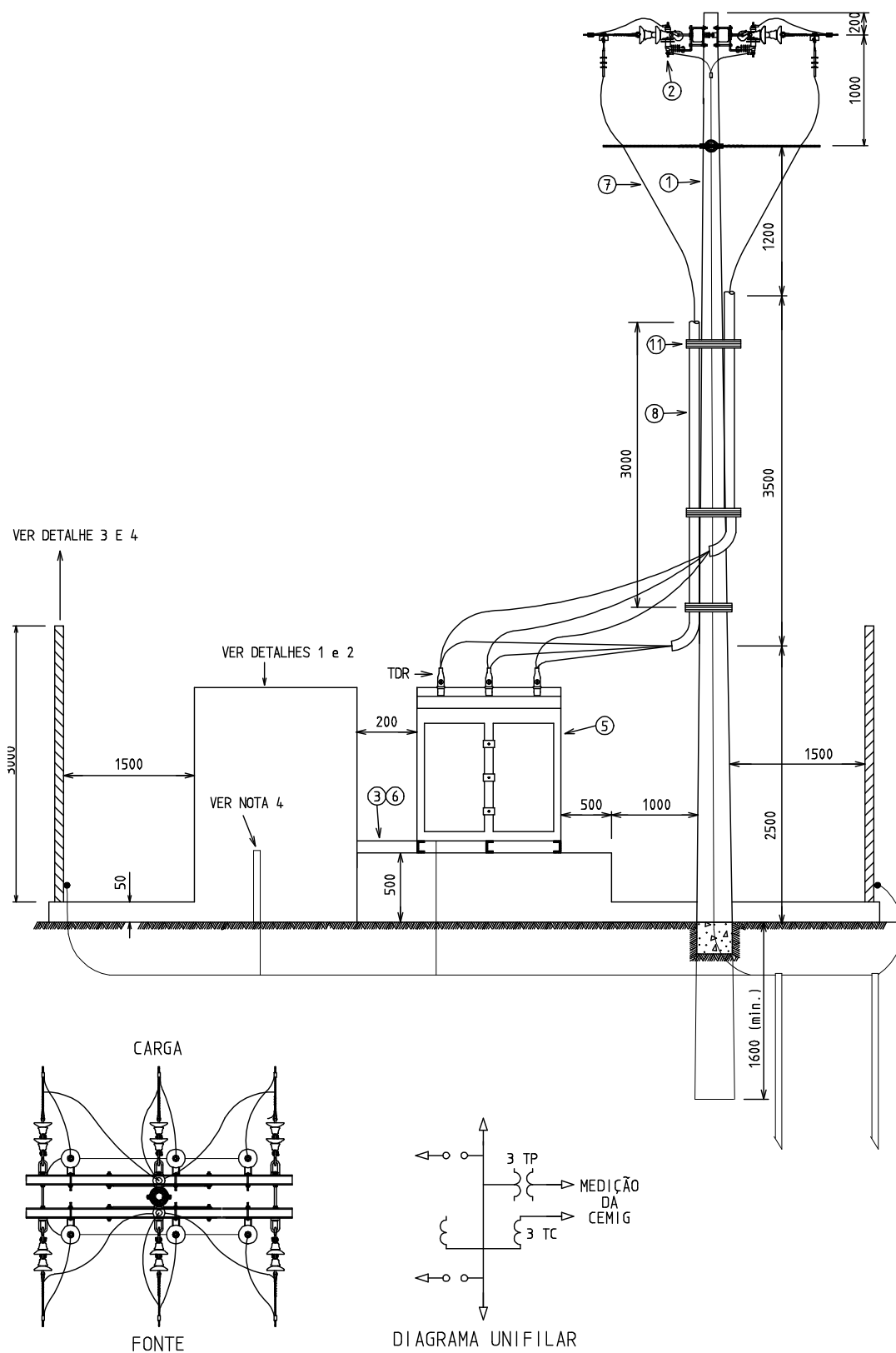
(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1	Chave faca,com abertura tripolar sob carga, sem fusível,15 ou 25 ou 35 kV, 200A
2	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para proteção (ver Nota 3)
3	Disjuntor
4	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
5	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
6	Caixa CM-4
7	Transformador
8	Grade de proteção (ver Desenho 6 da página 7-7)
9	TP de 15, 25 ou 35 kV para proteção
10	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN
11	Olhal de ϕ13mm para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na laje da subestação com parafuso de máquina de ϕ 16x250mm
12	Caixa para relé de sobrecorrente e/ou relé de proteção direcional
13	Chave fusível de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV (ver Tabelas 16, 17 e 18).
14	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 50mm(2”)
15	Eletroduto de PVC rígido, antichama, Ø 75mm
16	TP para iluminação e tomadas da subestação

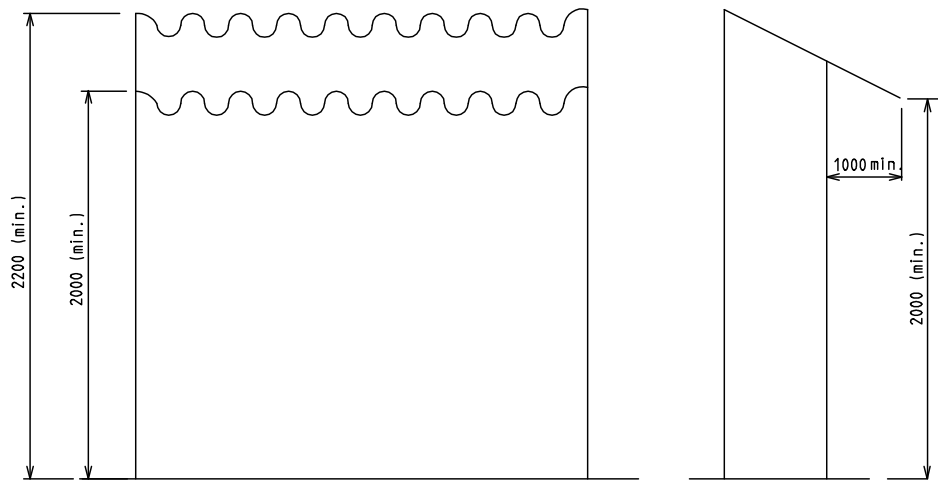
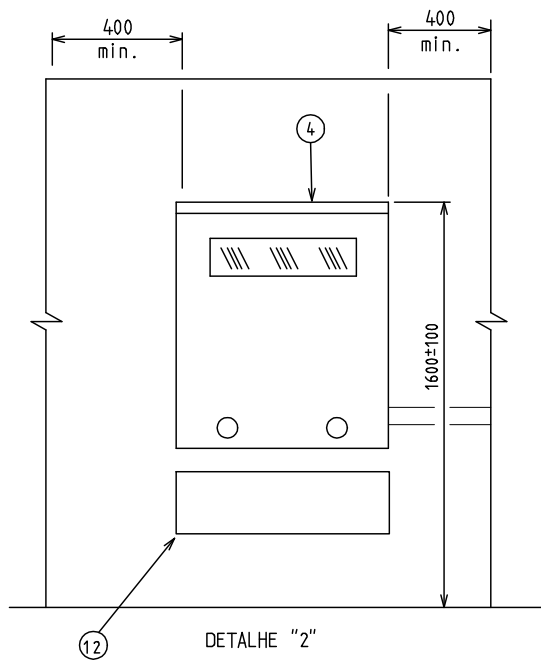
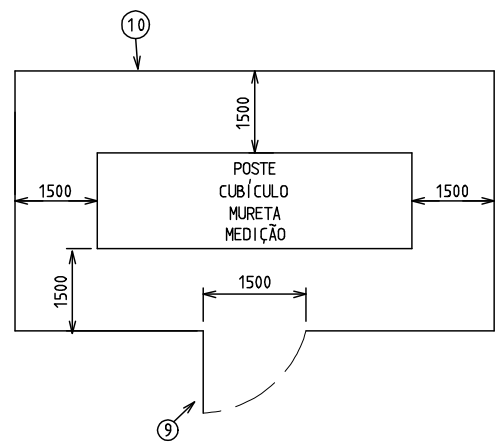
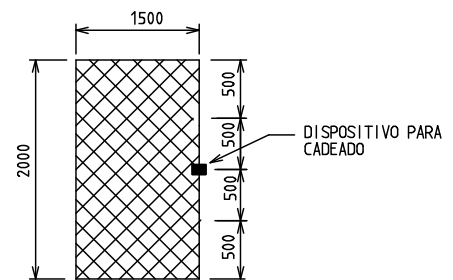
NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1. A saída deve ser com condutores isolados em média tensão conforme o item 1.2.2.1, página 3-2.
2. Deve ser instalada uma segunda caixa CM-4 para unidades consumidoras instaladas com demanda maior ou igual a 3.000 kW. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição e deve ser interligada à caixa utilizada para instalação do medidor quando, numa eventual mudança, o consumidor tornar-se consumidor livre.
3. Os TC de proteção devem ter relação definida no projeto em função da demanda contratada e nível de curto circuito local. Deve ser informada a classe de exatidão desses TC.
4. Os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Desenho 3, página 7-4.
5. O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
6. A janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm.
7. Se houver a necessidade da instalação de mais de uma chave na saída para a unidade consumidora (após a baia de proteção ou de transformação), cada chave deve ser instalada em baia separada.
8. Quando a SE for compartilhada, procurar a Cemig na fase de projeto para a definição da individualização do fornecimento de energia elétrica para as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento e prevê a baia indicada no Desenho 13, página 6-17.

DESENHO 14 - SUBESTAÇÃO Nº 3 – CUBÍCULO DE MEDIÇÃO

NOTA:

1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 15 - SUBESTAÇÃO Nº 3 – DETALHES DA MURETA PARA INSTALAÇÃO DA MEDIÇÃO

DETALHE "1"

DETALHE "2"

NOTA:

1. Dimensões em milímetros.

LEGENDA

SUBESTAÇÃO nº 3

1	poste de 10 m, 300 daN mínimo (C, DT ou RT)
2	para-raios para sistema aterrado - neutro aterrado
3	condutor de cobre com isolamento para 600V - ∅ 2,5mm^2 (7 condutores)
4	caixa CM-4
5	cubículo para medição a três elementos - isolamento 15 ou 25 ou 35 kV - conforme 02.118-CEMIG-0103 – com bucha primária em epóxi.
6	eletroduto de aço zincado DN = 32mm
7	cabo de cobre isolado para 15 ou 25 ou 35kV
8	eletroduto aço zincado DN = 100mm conforme o Desenho 7, página 8-8
9	porta de tela zincada 2000x1500mm com malha de 3x3cm (Ver Nota 6)
10	painel de tela zincada com malha de 3x3cm
11	arame de aço galvanizado n° 14 ou fita de aço galvanizada
12	plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN

NOTA:

1. C, DT e RT se referem a postes de concreto circular , duplo T e seção retangular, respectivamente.

NOTAS

SUBESTAÇÃO nº 3

1. O barramento interno do cubículo deve ser de cobre nu (ver Tabelas 3 e 4, página 5-4).

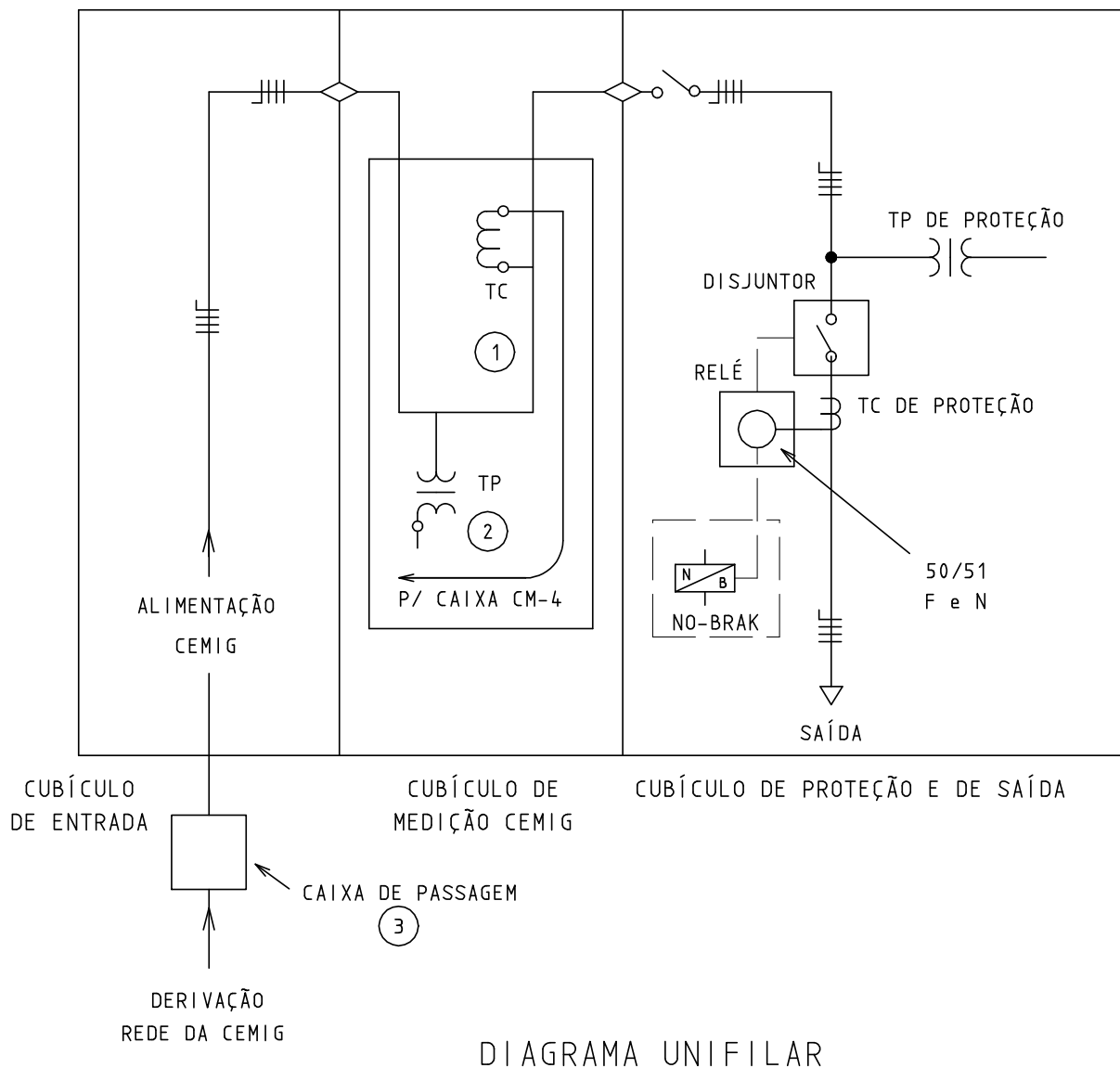
2. Se a estrutura for instalada em ângulo de linha deve ser estudada a necessidade de redimensionar os postes e/ou instalação de estais.

3. A aplicação de cubículo de medição é definida no item 8.3, página 4-11.

4. O aterramento deve ser conforme item 7, página 4-9.

5. Na primeira estrutura após o cubículo devem ser instaladas chaves fusíveis ou seccionadoras a fim de facilitar trabalhos a serem efetuados na rede particular. Essas chaves devem ser operadas por pessoas com o devido treinamento e EPI/EPC sendo a responsabilidade das operações por conta do consumidor.

6. Esta porta deve ter dispositivo para cadeado conforme o Desenho 15, página 6-20, Detalhe 4.

DESENHO 16 - SUBESTAÇÃO Nº 4 – SUBESTAÇÃO BLINDADA – ALTERNATIVA Nº 1

NOTAS:

1. Os cubículos de entrada, de medição Cemig e de proteção e saída devem ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo.
2. Esse cubículo deve ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR 62271-200.

DESENHO 17 - SUBESTAÇÃO Nº 4 – SUBESTAÇÃO BLINDADA – ALTERNATIVA Nº 2

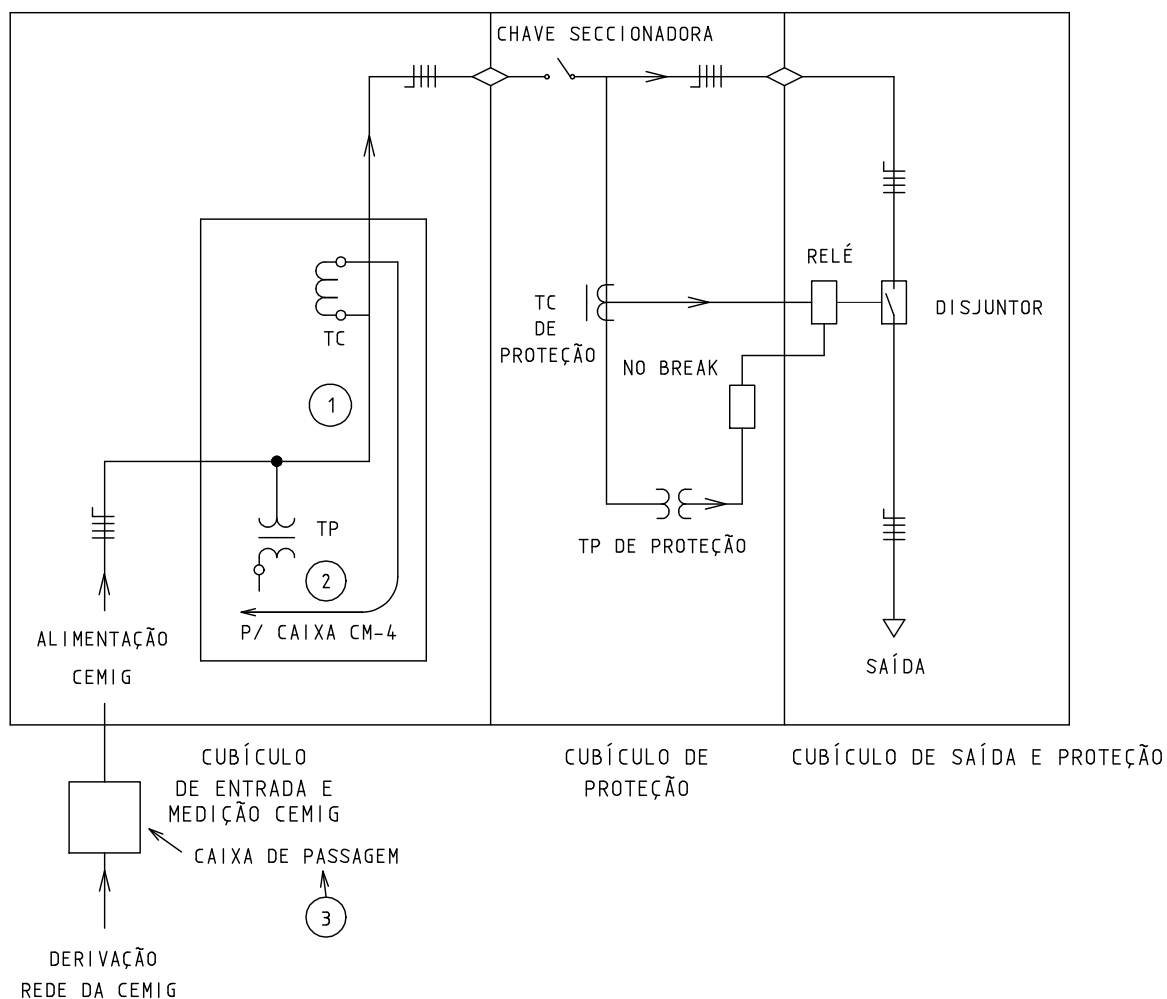
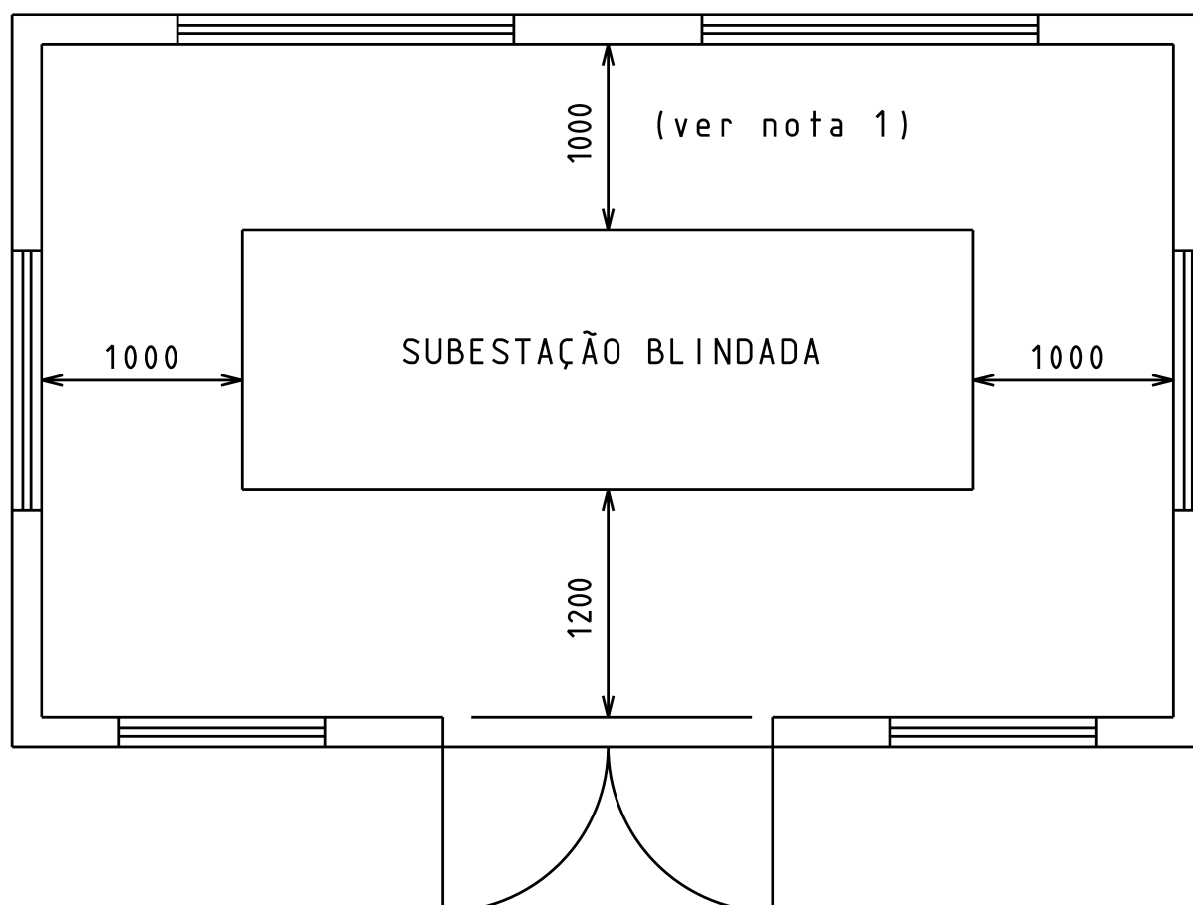



DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS:

1. Os cubículos de entrada e medição Cemig, de proteção e de saída e proteção e de saída devem ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo.
2. Esse cubículo deve ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR NBR 62271-200.

DESENHO 18 - SUBESTAÇÃO Nº 4 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

NOTAS:

1. A distância entre a parte posterior da subestação blindada e a parede pode ser diferente do especificado (1.000mm), desde que a nova distância seja especificada pelo fabricante e inserida no projeto elétrico da subestação de entrada de energia elétrica da unidade consumidora.
2. Deve ser prevista a construção de uma canaleta no piso entre a parede e a subestação blindada com tampa com dispositivos para a instalação de selo da Cemig ou a instalação do eletroduto até a subestação blindada para a montagem do ramal de entrada ou de ligação subterrâneo.
3. As dimensões do cômodo da subestação são mínimas.
4. Dimensões em milímetros.

LEGENDA

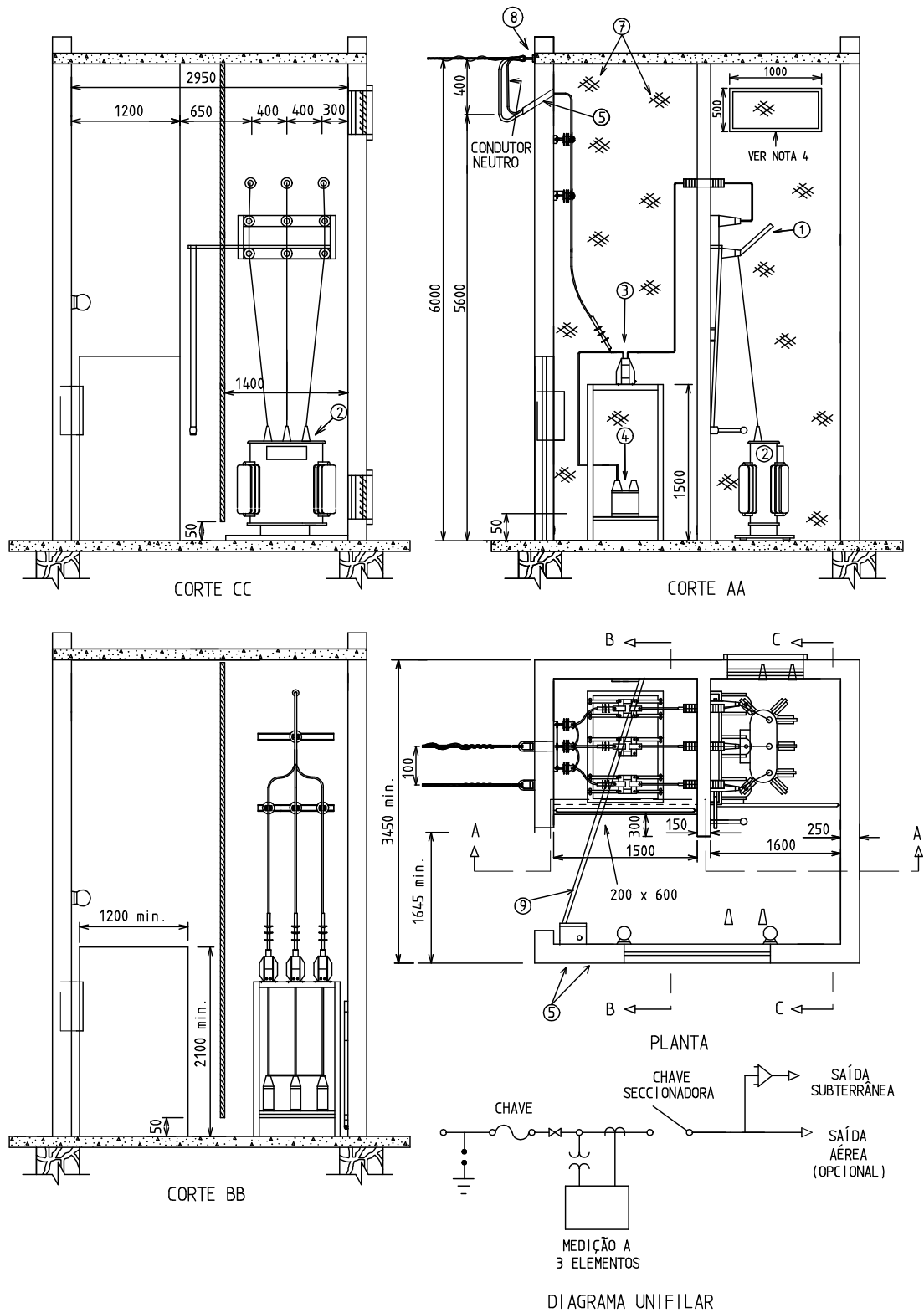
SUBESTAÇÃO nº 4

01	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
02	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
03	Caixa de passagem conforme o Desenho 10, página 7-11 e Desenho 9, página 8-10

NOTAS

SUBESTAÇÃO nº 4

1. O cubículo blindado deve situar-se dentro de cômodo apropriado, com as dimensões mínimas de acordo com o Desenho 18, página 6-24.
2. Todos os compartimentos com energia não medida e o compartimento de medição devem ser providos de, pelo menos, 2 (dois) pontos para instalação de selo Cemig.
3. Todas as partes metálicas do posto devem ser solidamente conectadas a malha de aterramento.
4. A malha de aterramento do posto deve ser conforme item 7, página 4-9.
5. Os para-raios serão necessários sempre que houver rede aérea (ou ramal de ligação aéreo) antes ou após o posto.
6. O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
7. Os projetos elétricos devem ser apresentados com as ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de projeto . Nos projetos devem constar as plantas e cortes do cubículo elaborados pelo responsável técnico, não sendo permitida a apresentação dos desenhos, memória de cálculo do ajuste do relé microprocessado, diagrama unfilar geral e de ligação do relé microprocessado elaborados pelos fabricantes. O projeto elétrico deve ser elaborado conforme o item 6.5, página 2-6.
8. A distância entre a parte posterior da subestação blindada e a parede pode ser diferente do especificado no Desenho 18, página 6-24, desde que a nova distância seja especificada pelo fabricante e inserida no projeto elétrico da subestação de entrada de energia elétrica da unidade consumidora.

DESENHO 19 - SUBESTAÇÃO Nº 5 - ENTRADA AÉREA

DESENHO 20 - SUBESTAÇÃO Nº 5 - ENTRADA SUBTERRÂNEA

VER NOTA 2

CORTE DD

CORTE AA

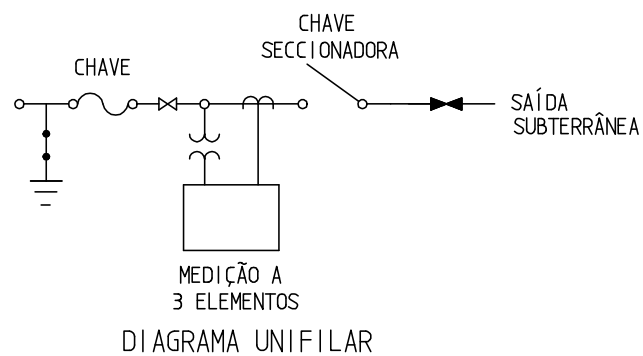
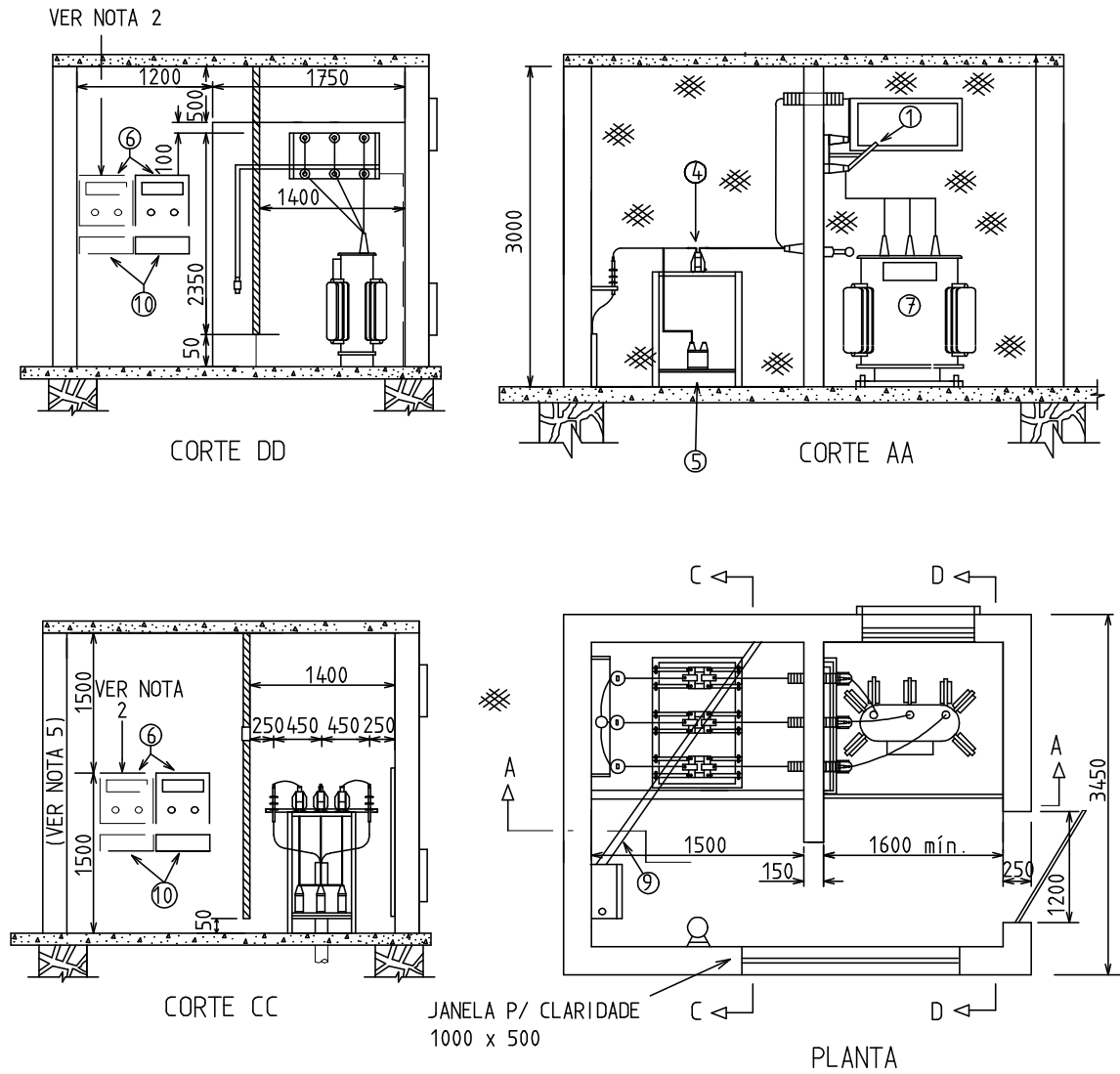
VER NOTA 2

(VER NOTA 5)

CORTE CC

JANELA P/ CLARIDADE
1000 x 500

PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

LEGENDA

(SUBESTAÇÃO nº 5)

1	Chave fusível de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV (ver Tabelas 16,17 e 18)
2	Transformador
3	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
4	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
5	Eletroduto de PVC rígido, antichama, Ø 75mm
6	Caixa CM-4
7	Grade de proteção (ver Desenho 6 da página 7-7)
8	Olhal de ϕ13mm para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na parede da subestação com parafuso de máquina de ϕ 16x250mm
9	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 50mm(2”)
10	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN

NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 5)

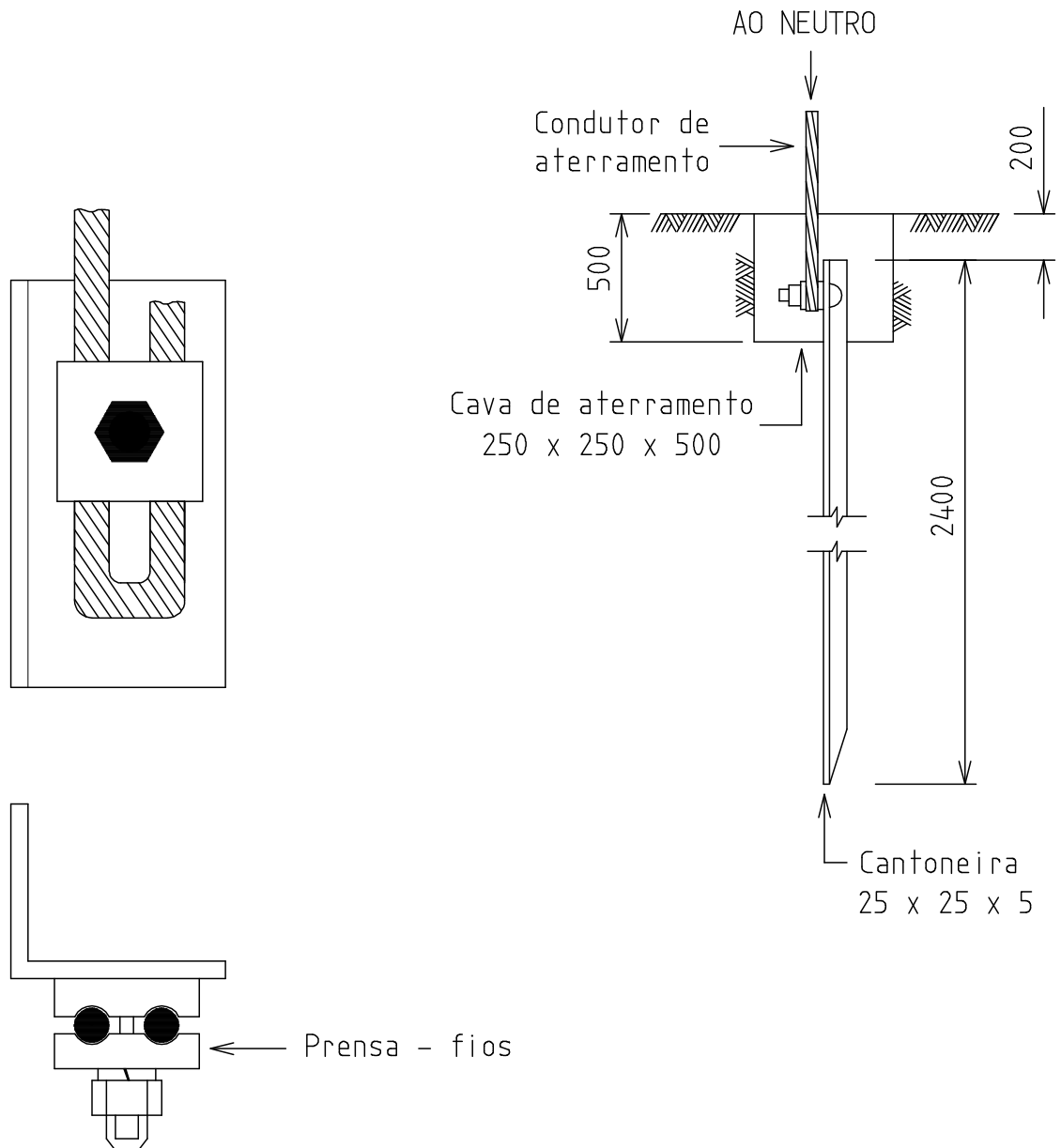
1. Os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Desenho 3, página 7-4.
2. O pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma.
3. A janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm.
4. Somente pode ser instalado um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA. Esse transformador deve ser instalado dentro da subestação.
5. Não pode ter saída de energia em média tensão de dentro da subestação.
6. Deve ter proteção geral na baixa tensão através de disjuntor.
7. A potência do transformador deve ser, no máximo, duas vezes o valor da demanda contratada.
8. Deve ser instalada uma segunda caixa CM-4 para o consumidor que tornar-se livre. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição.
9. Deve ter proteção geral na baixa tensão através de disjuntor, que deve ser instalado dentro da subestação de entrada de energia elétrica quando o cliente optar por ter geração própria.

DESENHOS COMPLEMENTARES

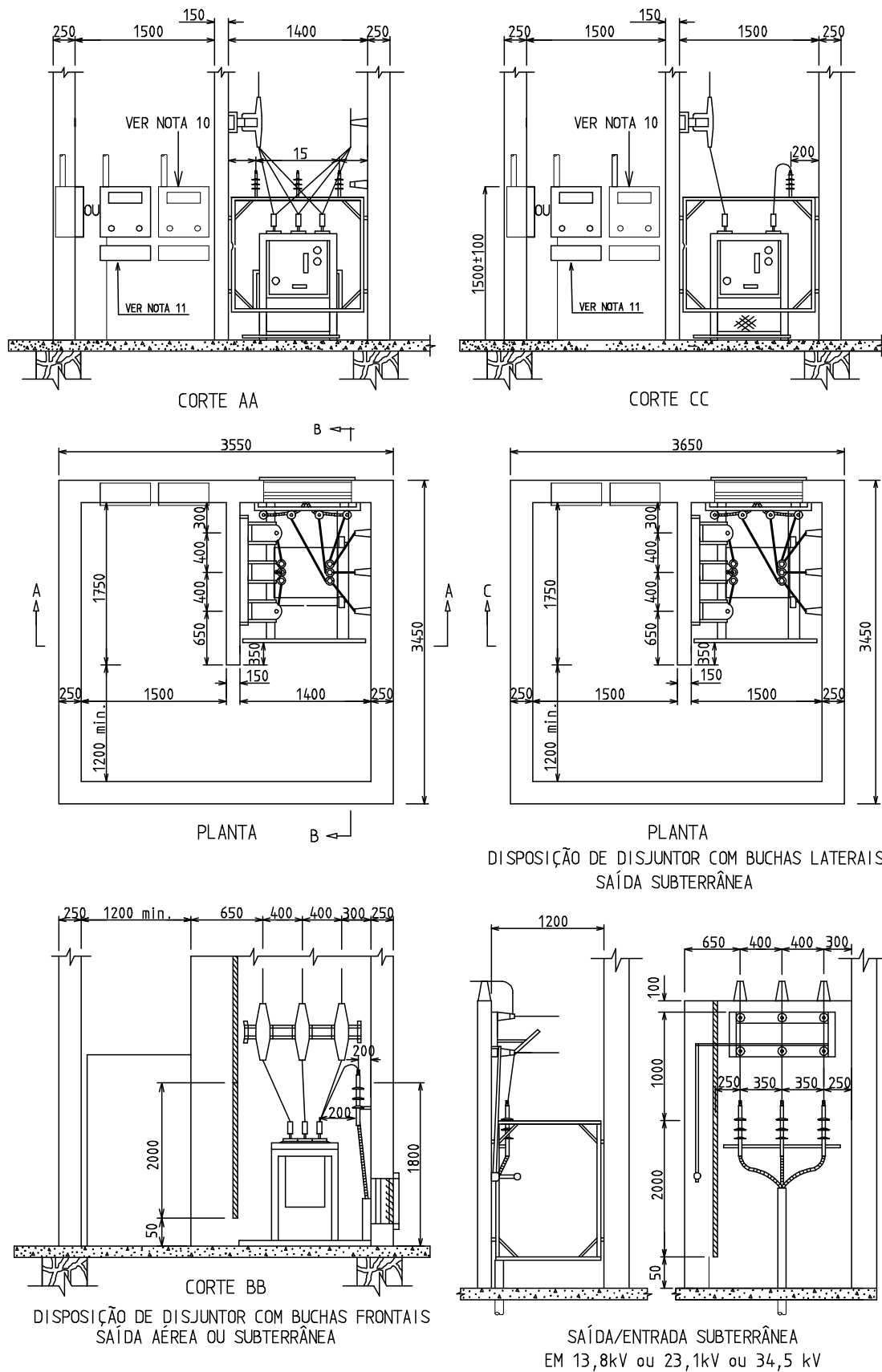
DESENHO 1 - CUBÍCULO DE MEDIÇÃO EM EPÓXI (3 TC – 3 TP)

NOTAS:

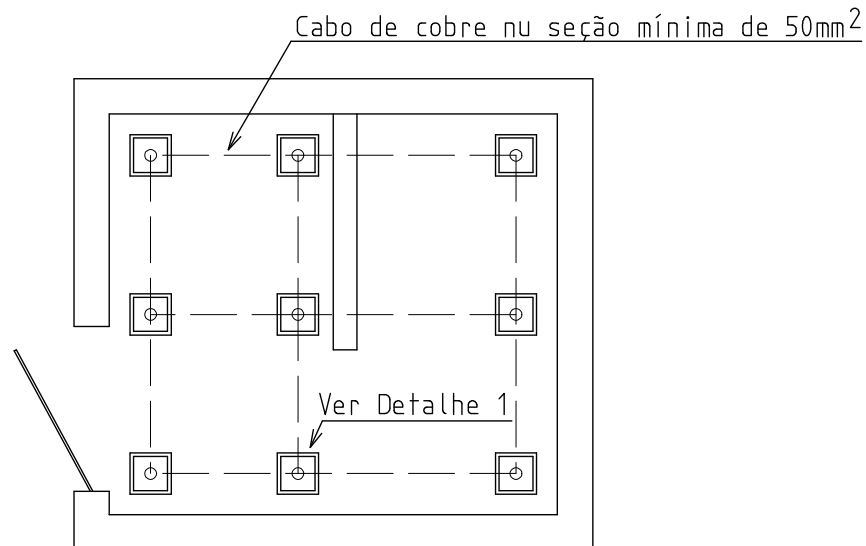
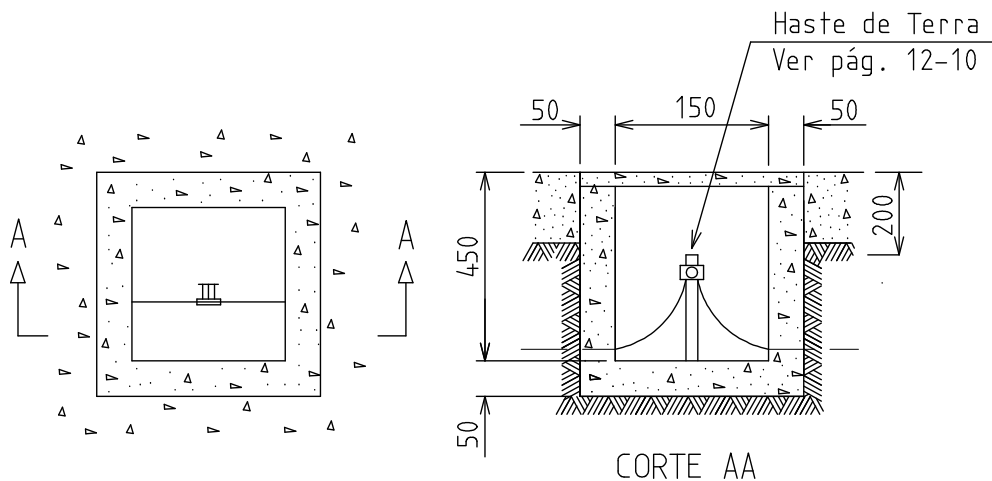
1. A utilização desse cubículo de medição fica condicionada à aprovação da Cemig e é uma alterativa à instalação da Subestação nº 3.
2. A montagem dessa página refere-se à medição de alimentador.
3. Para cada aplicação existe um tipo de cubículo de medição.
4. A montagem desse cubículo deve ser conforme o manual de instalação a ser fornecido pelo fabricante;
5. Cabo de cobre nu 50 mm² para aterramento.
6. Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm conforme Tabela 1, página 5-2.

DESENHO 2 - SISTEMA DE ATERRAMENTO

NOTAS:

1. Demais características técnicas do sistema de aterramento, ver Capítulo 4, item 7, página 4-9.
2. Dimensões mínimas, em milímetros.
3. Somente serão aceitas as hastes de aterramento constantes do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).
4. Opcionalmente a cava de aterramento pode ser substituída por eletroduto de PVC rígido com diâmetro de 300mm ou por caixa circular de PVC rígido com diâmetro de 300mm. No entanto, a tampa deve ser de concreto ou ferro fundido.

DESENHO 3 - LIGAÇÕES DAS BUCHAS DO DISJUNTOR E SAÍDA/ENTRADA SUBTERRÂNEAS

NOTA:

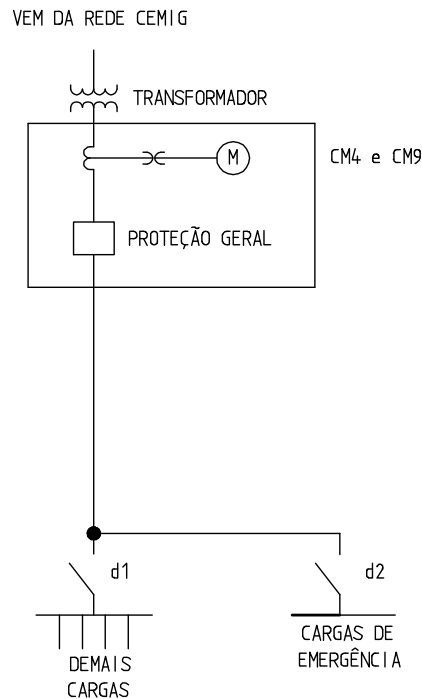
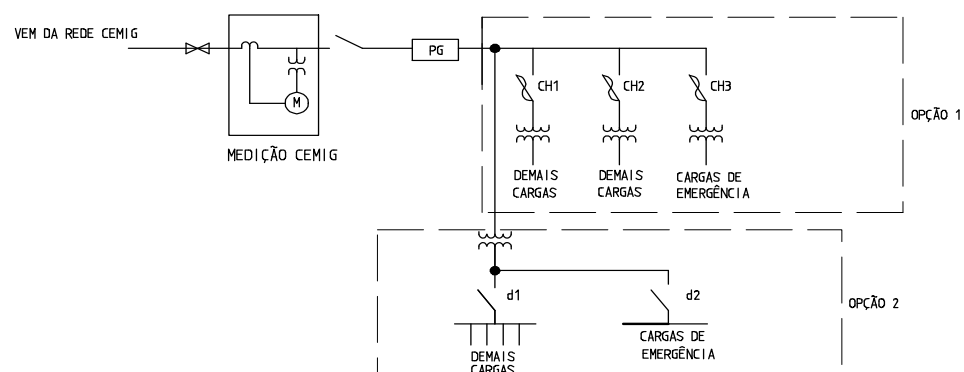
1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 4 – TOPOLOGIA DO ATERRAMENTO

NOTAS:

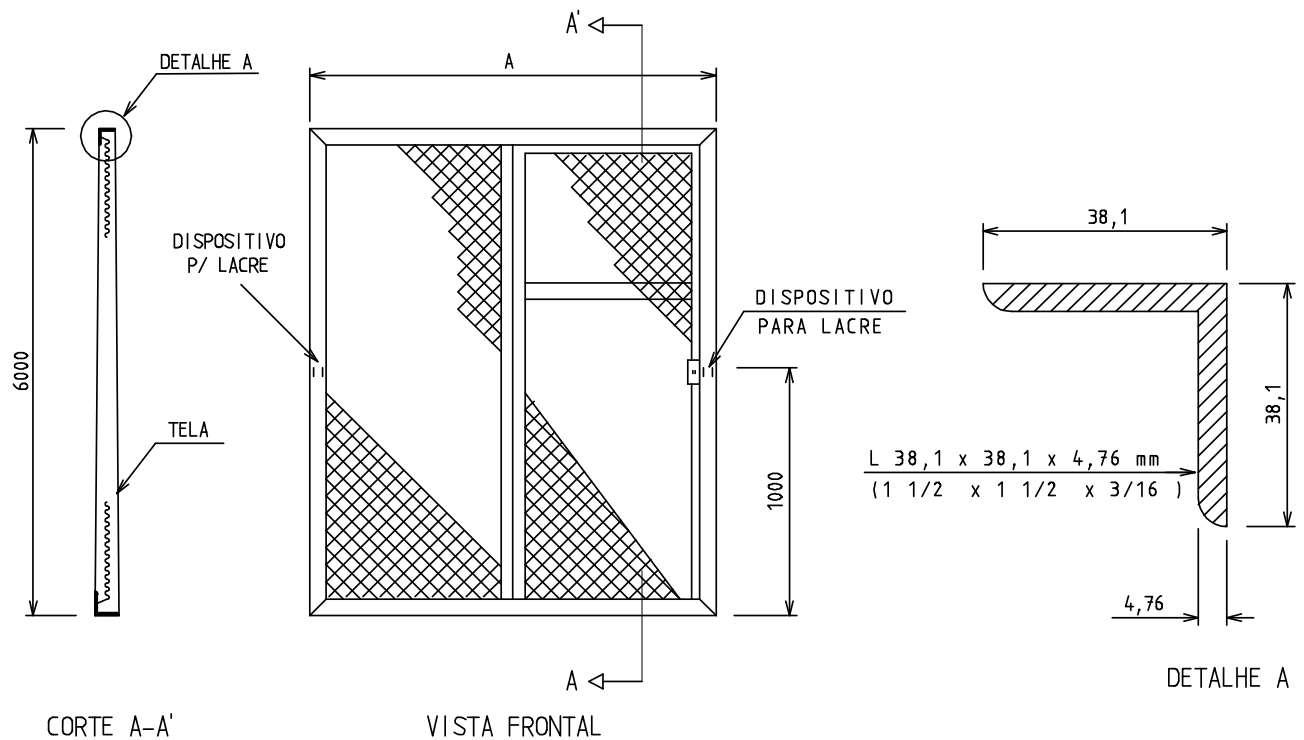
1. Ver Nota 4, página 7-3.
2. Dimensões em milímetros.
3. A forma de distribuição e interligação da malha de aterramento pode ser alterada, desde que se mantenha o número de hastes e o mesmo cabo dimensionado e espaçamento para interligação entre elas.
4. Caso seja necessário ampliar a malha de aterramento as novas hastes devem ser instaladas de forma análoga conforme o Desenho 4, página 7-5.

DESENHO 5 - OPÇÕES PARA SISTEMAS DE EMERGÊNCIA

1. Torre com caixa d'água (utilização de água por gravidade – sem uso da energia elétrica)

2. Subestação nº 1

3. Demais subestações

NOTAS:

1. Ver Capítulo 2, item 6.5.2.9, página 2-7.
2. Para a Subestação nº 1, recomendamos que os disjuntores d1(demais cargas) e d2 (cargas de emergência) sejam instalados numa caixa CM-9 localizada na mesma mureta onde estarão as caixas CM-4 (medição Cemig) e CM-9 (proteção geral).
3. Para as demais subestações, recomendamos que as chaves 1, 2 e 3 e os disjuntores d1 e d2 sejam instalados no mesmo local.
4. O disjuntor ou a chave das cargas de emergência deve ser provido de placa com os dizeres: "Essa proteção deve ser operada em caso de emergência".

DESENHO 6 - GRADE DE PROTEÇÃO

CUBÍCULOS	ALTURA (mm)	LARGURA "A" (mm)
Medição	6000	1500
Proteção	6000	1400
Transformação	6000	1600

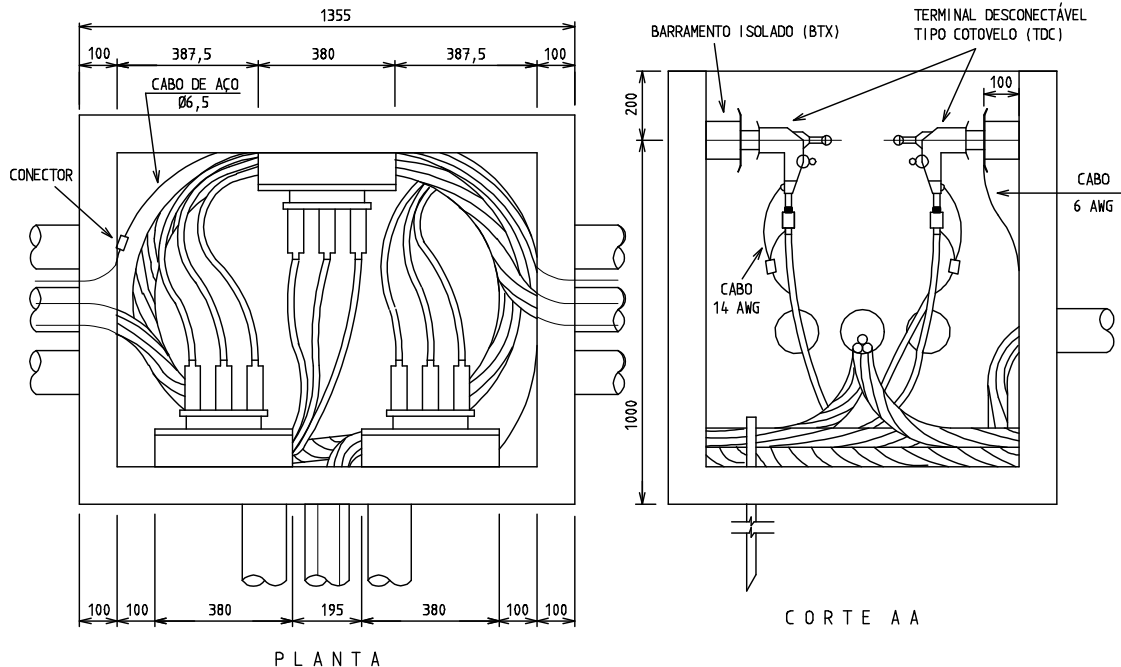
NOTAS:

1. Armação de cantoneira de ferro galvanizado conforme detalhe A.
2. Painel de tela de arame zincado nº 12 BWG, com malha de 30x30mm.
3. Os painéis de tela dos cubículos de medição e proteção devem ter dispositivo para lacre e abertura para a área de circulação da subestação.
4. Em todos os cubículos devem ser previstos limitadores de curso (batente) para os quadros de tela, através de perfil "L", de 38,1x38,1x4,76x50mm.
5. No painel de tela do cubículo de medição deve ser prevista uma porta de acesso, com dimensões 600x2000mm, com dispositivo para lacre.
6. No painel de tela do cubículo de proteção deve ser prevista uma porta de acesso com dimensões de 1400x2000mm com dispositivo para lacre.
7. As dobradiças das portas dos painéis de tela devem ser do tipo que não permite a abertura das portas sem romper o lacre da Cemig.
8. A grade de proteção deve ter pintura de acabamento, preferencialmente tipo eletrostática.

DESENHO 7

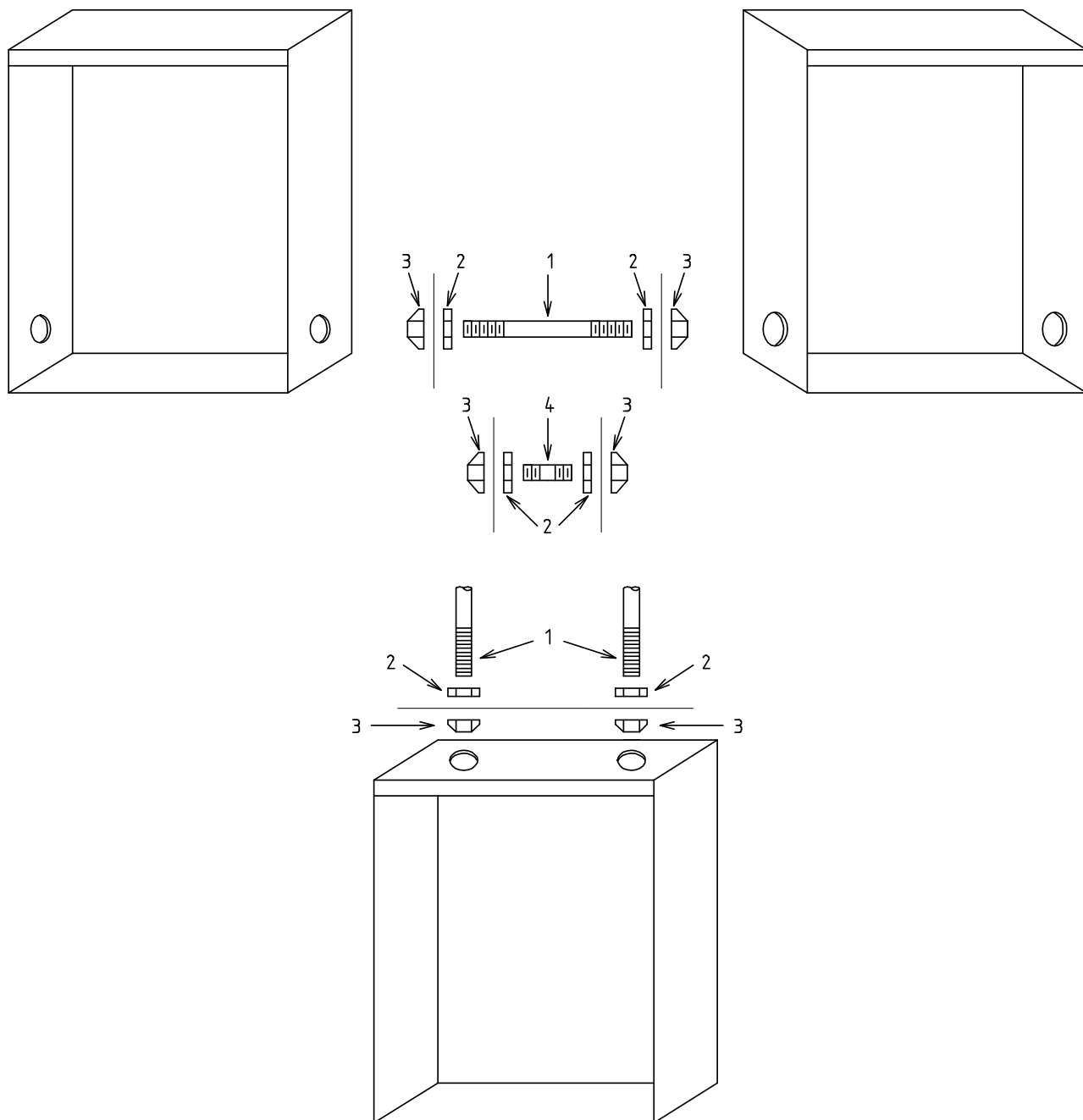
MONTAGEM ELETROMECÂNICA
CAIXA TIPO ZD
EMENDA COM DERIVAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

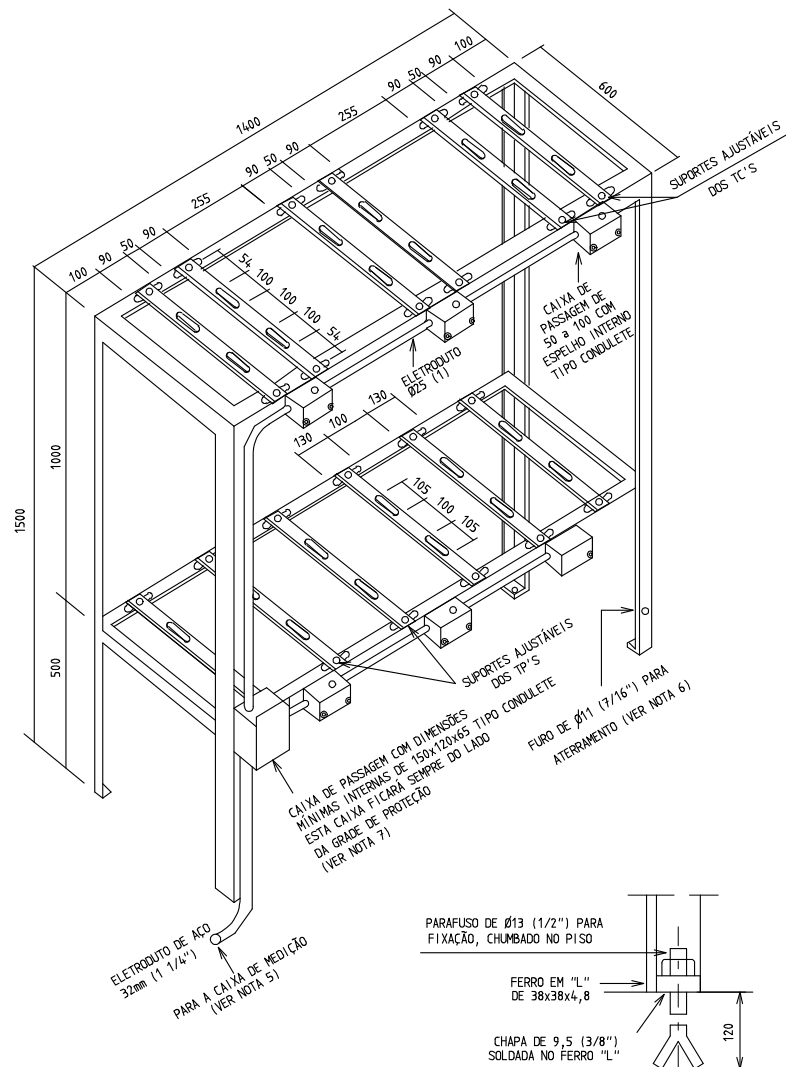
DETALHE DE FIXAÇÃO DO BTX

DETALHE DE FURAÇÃO DO BTX

LISTA DE MATERIAL							
Item	Descrição	Un.	Quant.	Item	Descrição	Un.	Quant.
1	Barramento isolado triple – BTX	pç	3	6	Dispositivo aterramento p/ CB MT	pç	9
2	Bucha ficher M8S10	pç	12	7	Fio cobre de 1,5mm²	kg	0,2
3	Cabo cobre nu, flexível 16mm²	kg	1	8	Parafuso aço zinc. cabeça sextavada ∅9,5x32mm	pç	12
4	Conector paraf. Fendido p/ cabo 16mm²	pç	3	9	Terminal tipo cotovelo	pç	9
5	Conector paraf. Fendido p/ cabo 35mm²	pç	3				

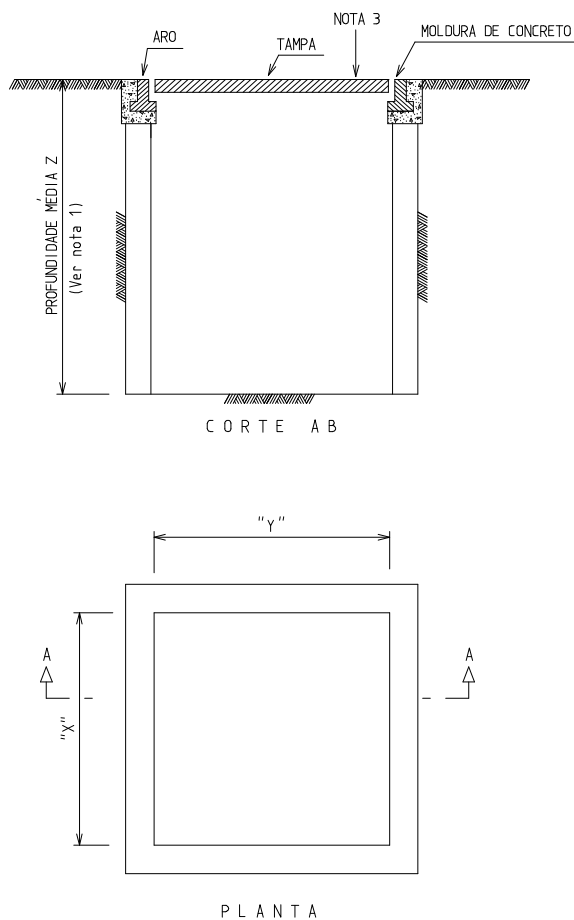
NOTAS:

1. Para instalação da emenda de média tensão, do BTX, esta caixa não deve conter circuitos de média tensão.
2. A capacidade máxima de emendas de MT desta caixa é um circuito de cabos até 120mm² com uma derivação até 120mm²,em 15/25kV.
3. Dimensões em milímetros.

DESENHO 8 - JUNÇÃO DE CAIXAS

LISTA DE MATERIAL			
Item	Descrição	Item	Descrição
1	Eletroduto de aço ou PVC	4	Niple
2	Porca arruela		
3	Bucha		

DESENHO 9 - SUPORTE PARA TP E TC DE MEDIÇÃO

NOTAS:

1. Todos os ferros em “L” devem ser de 38x38x4,8 (11/2”x11/2”x3/16”) soldados entre si.
2. Todas as travessas devem ser de chapa de ferro 38x4,8 (11/2” x 3/16”).
3. Todos os furos oblongos devem ser de ϕ11(7/16”).
4. Os parafusos para fixação das travessas devem ser de cabeça sextavada de ϕ 9,5x25 (3/8”x1”).
5. Este eletroduto deve ser instalado de forma aparente acima do piso e externamente nas paredes da subestação até a caixa de medição (CM-4).
6. O suporte deve ser devidamente aterrado utilizando-se parafuso de cabeça sextavada de 9,5x25(3/8”x1”) e respectiva porca.
7. O conjunto de eletrodutos e caixas de passagem deve ficar sempre do lado oposto da fonte de energia.
8. As tolerâncias das cotas devem ser de ± 5%.
9. Dimensões em milímetros.

DESENHO 10 - CONSTRUÇÃO CIVIL - CAIXAS DE INSPEÇÃO - TIPOS E DIMENSÕES

TIPOS	DIMENSÕES INTERNAS (mm)			DENOMINAÇÃO ANTERIOR
	"X"	"Y"	"Z"	
ZC	770	670	900	CP-03(U)
ZD	1000	750	1200	CP-01(D)

NOTAS:

1. A profundidade das caixas será determinada em função da profundidade do banco de dutos, condições locais e/ou necessidade específica.
2. As caixas podem ser construídas com anéis premoldados, alvenaria ou concreto moldado no local; as caixas em alvenaria só devem ser construídas em locais não sujeitos à trânsito de veículos.
3. Quando instalada no circuito de energia não medida internamente nas instalações consumidoras, a tampa da caixa deve ter dispositivo para instalação de selo Cemig.

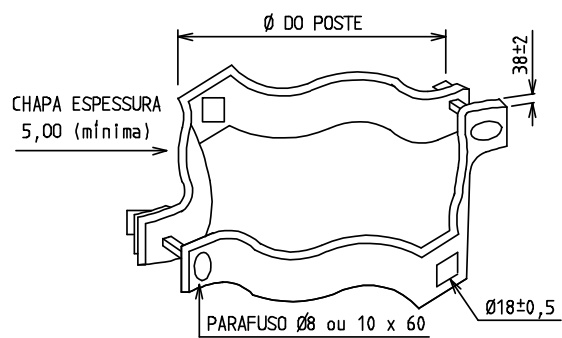
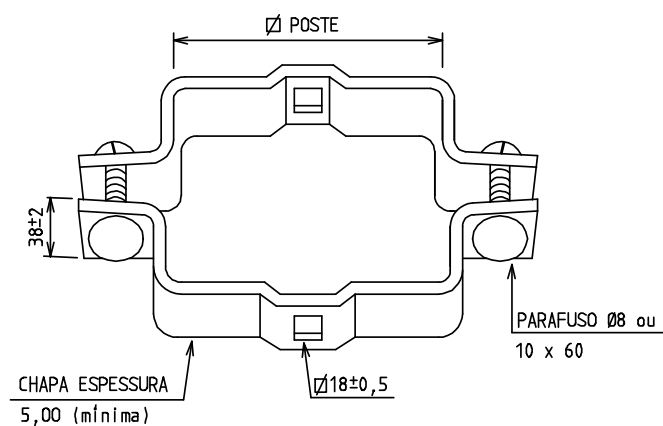
DESENHOS DOS MATERIAIS PADRONIZADOS

DESENHO 1 - FERRAGENS PARA RAMAL AÉREO

ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 2 ESTRIBOS   ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 1 ESTRIBO

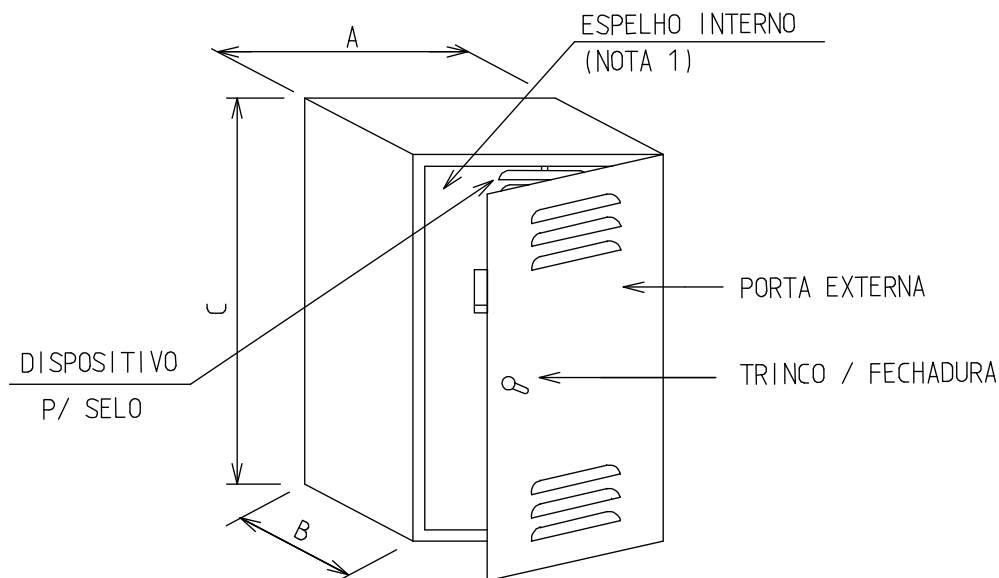
NOTAS:

1. Todo material deve ser em aço carbono, zincado por imersão a quente.
2. Dimensões em milímetros.

DESENHO 2 - CINTAS

CINTA PARA POSTE CIRCULAR

CINTA PARA POSTE DT OU QUADRADO

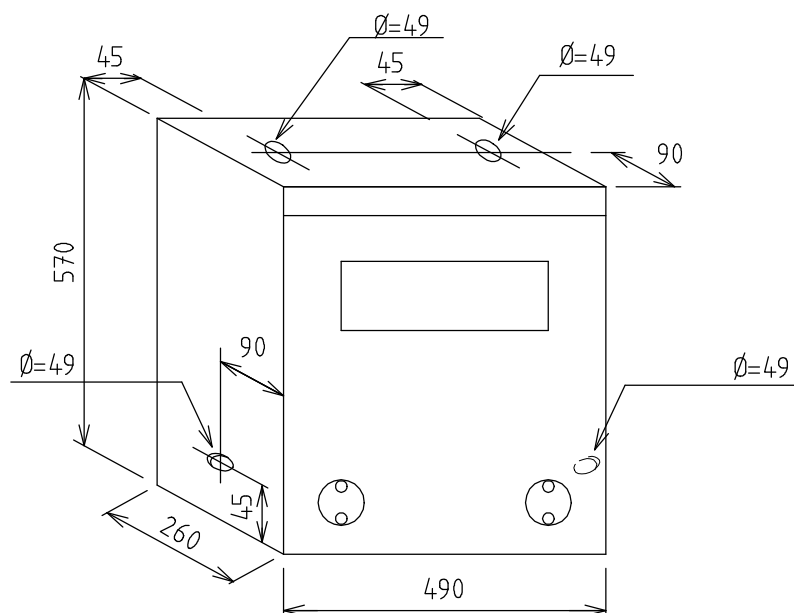
NOTAS:

1. Cintas, parafusos e porcas : aço carbono, zincado por imersão a quente.
2. Dimensões em milímetros.

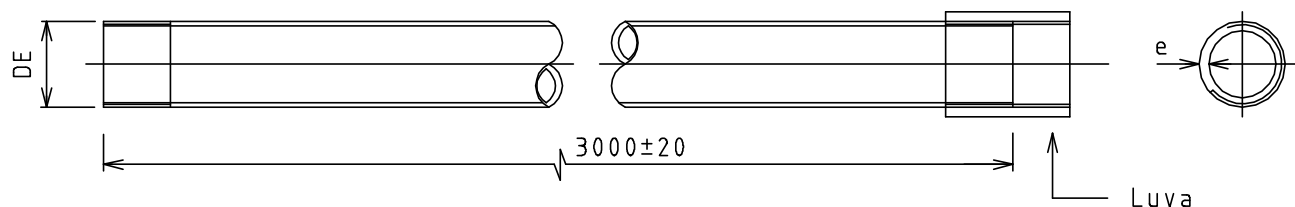
DESENHO 3 - CAIXA MODULAR COM DISJUNTOR GERAL, TC E BARRAMENTOS

MOD.	DIMENSÕES			UTILIZAÇÃO
	A	B	C	
CM-9	600	400	1000	Como quadro de distribuição geral (com disjuntor e/ou TC)
CM-10	600	400	1000	Como quadro de distribuição geral (com disjuntores e barramentos)
CM-11	600	400	1000	Como derivação de circuitos (com barramentos apenas)
CM-18	600	400	1200	Como quadro de distribuição geral (com disjuntor e/ou TC)

NOTAS:

1. Nas caixas modelo CM-9, CM-10 e CM-18 o espelho interno deve ser cortado de forma que fiquem acessíveis apenas as alavancas dos disjuntores. No modelo CM-11, o espelho não deve ser cortado.
2. Especificações técnicas das caixas e quadro: ver ND-2.6 (ET 02.118-CM/MD-001).
3. Nas caixas CM-9, CM-10, CM-11 e CM-18 os furos necessários para cada tipo de montagem devem ser feitas na obra e devem ser executados com serra copo e ser providos de proteção contra corrosão na chapa para evitar danos ao isolamento dos cabos.
4. Dimensões em milímetros.

DESENHO 4 – CAIXA PARA MEDIÇÃO POLIFÁSICA (MEDIDORES kW/kWh E kVArh) – MEDIÇÃO INDIRETA (CM-4)

NOTAS:

1. Especificação técnica das caixas: ver ND-2.6 (ET 02.118-CM/MD-001).
2. Dimensões em milímetros.

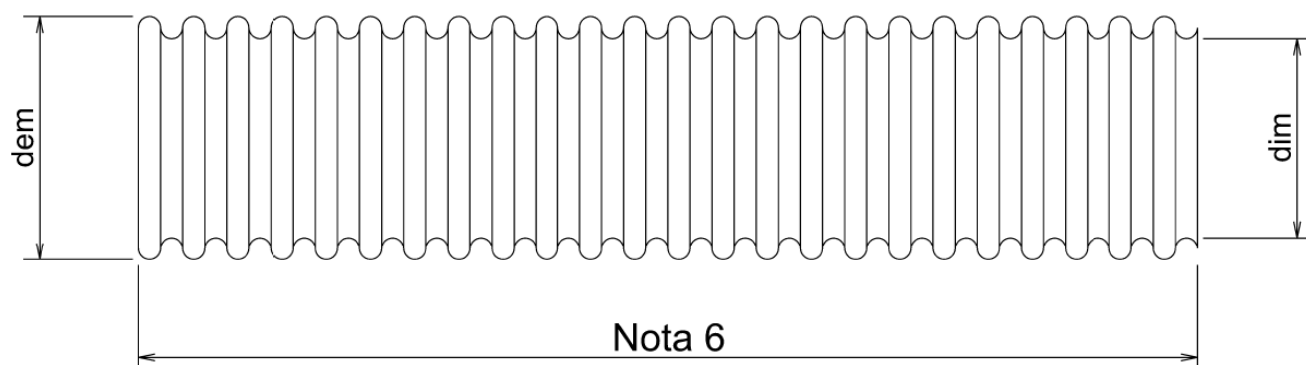
DESENHO 5 - ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO

ITEM	DIÂMETRO			ESPESSURA NOMINAL DA PAREDE - e mm
	NOMINAL - DN		EXTERNO - DE mm	
	mm	POL		
1	25	3/4	25,9	2,3
2	32	1	33,0	2,7
3	40	1 1/4	42,0	2,9
4	50	1 1/2	47,4	3,0
5	60	2	59,0	3,1
6	75	2 1/2	74,7	3,8
7	85	3	87,6	4,0
8	110	4	113,1	5,0

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

1. Material: PVC rígido
2. Tipo: rosqueável, classe B, conforme NBR 15465
3. Acabamento: superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas
4. Identificação: marcação no eletroduto de forma legível e indelével contendo:

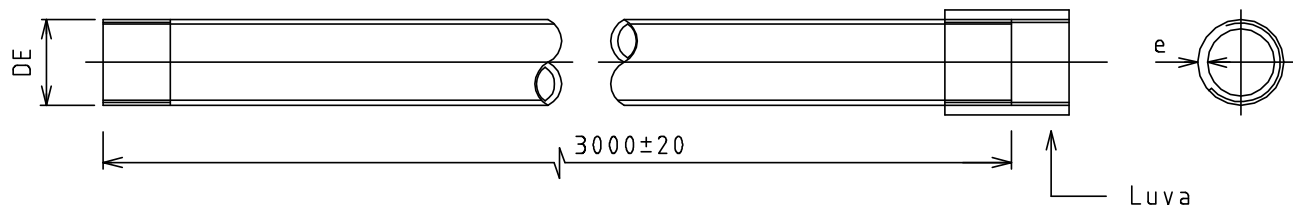
   a) Nome ou marca de identificação do fabricante
   b) Diâmetro nominal
   c) O termo “eletroduto”
   d) O termo “NBR 15465”
   e) O termo “Eletroduto PVC rígido”

5. Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

DESENHO 6 – ELETRODUTO CORRUGADO DE POLIETILENO

DIÂMETRO EXTERNO NOMINAL (DE)	DIÂMETRO EXTERNO MÉDIO(d_{em})	DIÂMETRO INTERNO MÉDIO(d_{im}) MÍNIMO
50	50,0 ± 1,5	37,0
55	55,0 ± 1,5	40,0
63	63,0 ± 2,0	49,0
75	75,0 ± 2,0	56,0
90	90,0 ± 2,5	72,0
100	100,0 ± 2,5	83,0
110	110,0 ± 2,5	93,0

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

1. Material: Polietileno
2. Tipo: conforme NBR 15715.
3. Acabamento: superfícies internas e externas do eletroduto isenta de bolhas, trincas, fraturas do fundido ou outros defeitos visuais.
4. Identificação: marcação no eletroduto de forma legível e indelével contendo:
    a) Nome ou marca de identificação do fabricante
    b) Diâmetro externo nominal (DE)
    c) O termo “PE”
    d) O termo “NBR 15715”
    e) O termo “ENERGIA”
    f) O termo ‘NÃO PROPAGANTE DE CHAMA”
    g) Código que permita a rastreabilidade à sua produção, tal que contemple um indicador relativo ao mês e ano de fabricação.
5. Partes componentes: fornecer eletroduto com luva fabricada em polietileno ou polipropileno ou PVC.
6. Os dutos corrugados devem ser fornecidos em barras com comprimento múltiplos de 6 metros ou em rolos com comprimentos múltiplos de 25 metros.

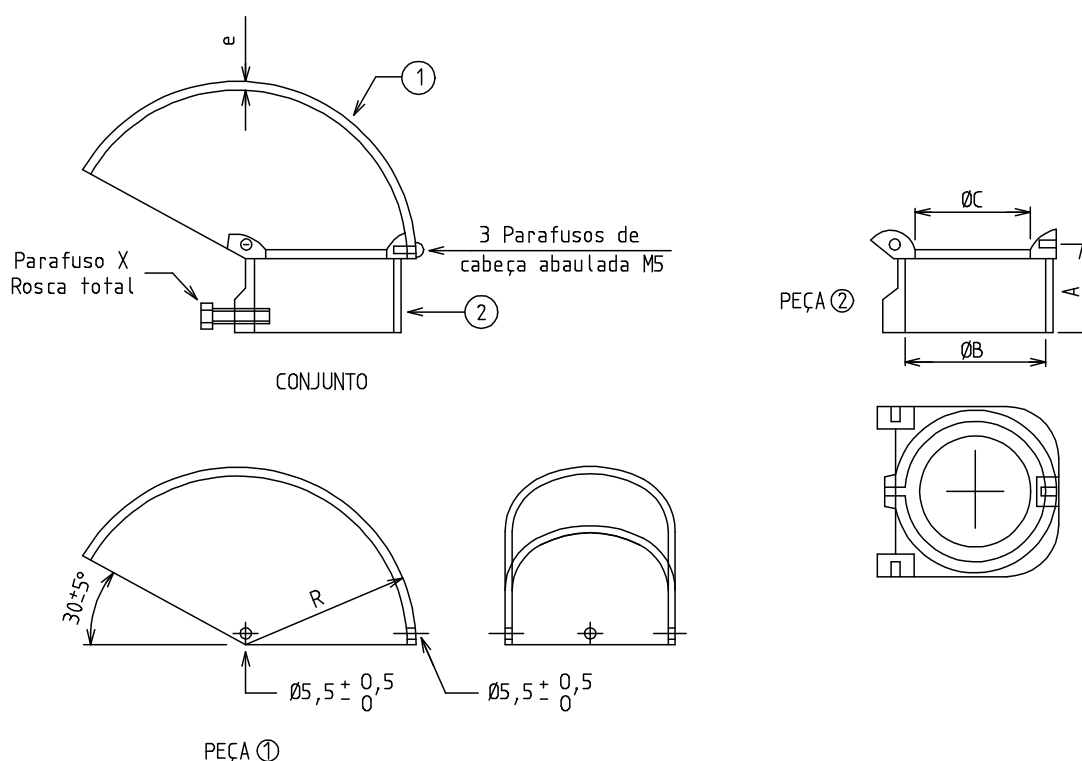
DESENHO 7 - ELETRODUTO DE AÇO

ITEM	DIÂMETRO			ESPESSURA NOMINAL DA PAREDE - e mm
	NOMINAL - DN		EXTERNO - DE	
	mm	POL	mm	
1	20	¾	26,9	2,25
2	25	1	33,7	2,65
3	32	1 1/4	42,4	2,65
4	40	1 1/2	48,3	3,00
5	50	2	60,3	3,00
6	65	2 1/2	76,1	3,35
7	80	3	88,9	3,35
8	100	4	114,3	3,75

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

1. Material: aço carbono
2. Tipo: eletroduto rígido conforme NBR 5598
3. Acabamento: superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas
4. Tratamento: zincagem por imersão a quente
5. Identificação: marcação no eletroduto em sua superfície externa, de forma legível e indelével, as seguintes informações:

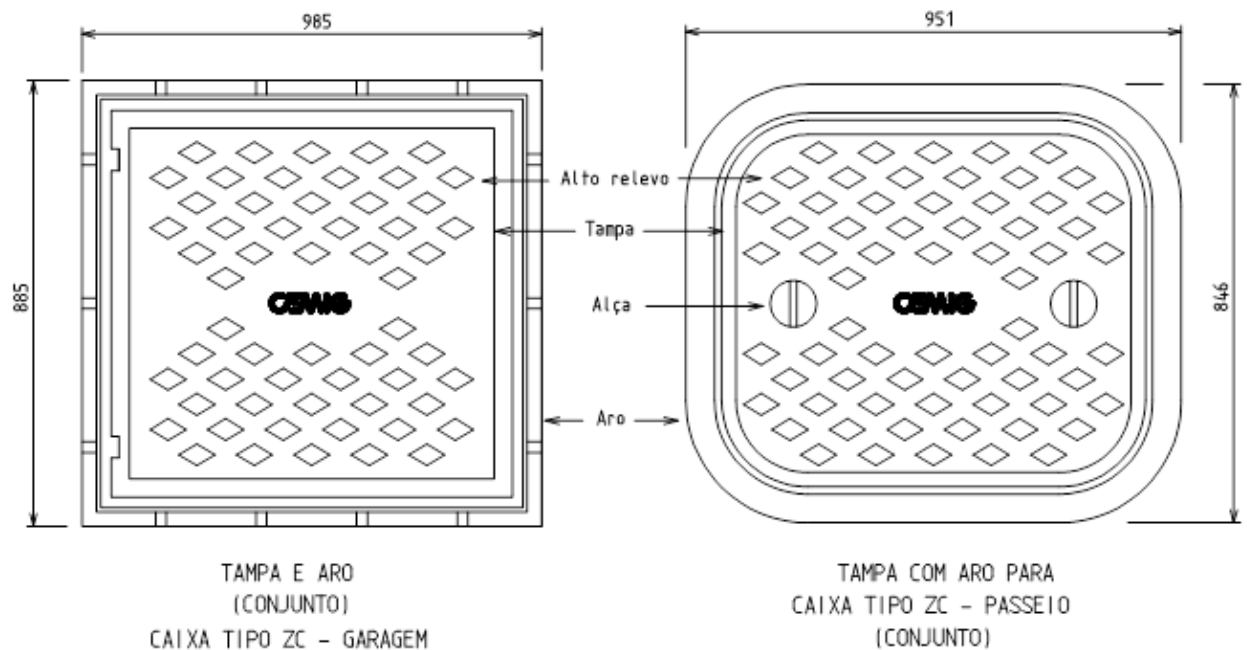
   a) Nome ou símbolo do fabricante
   b) Nome do produto (eletroduto)
   c) Diâmetro nominal
   d) NBR 5598

6. Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

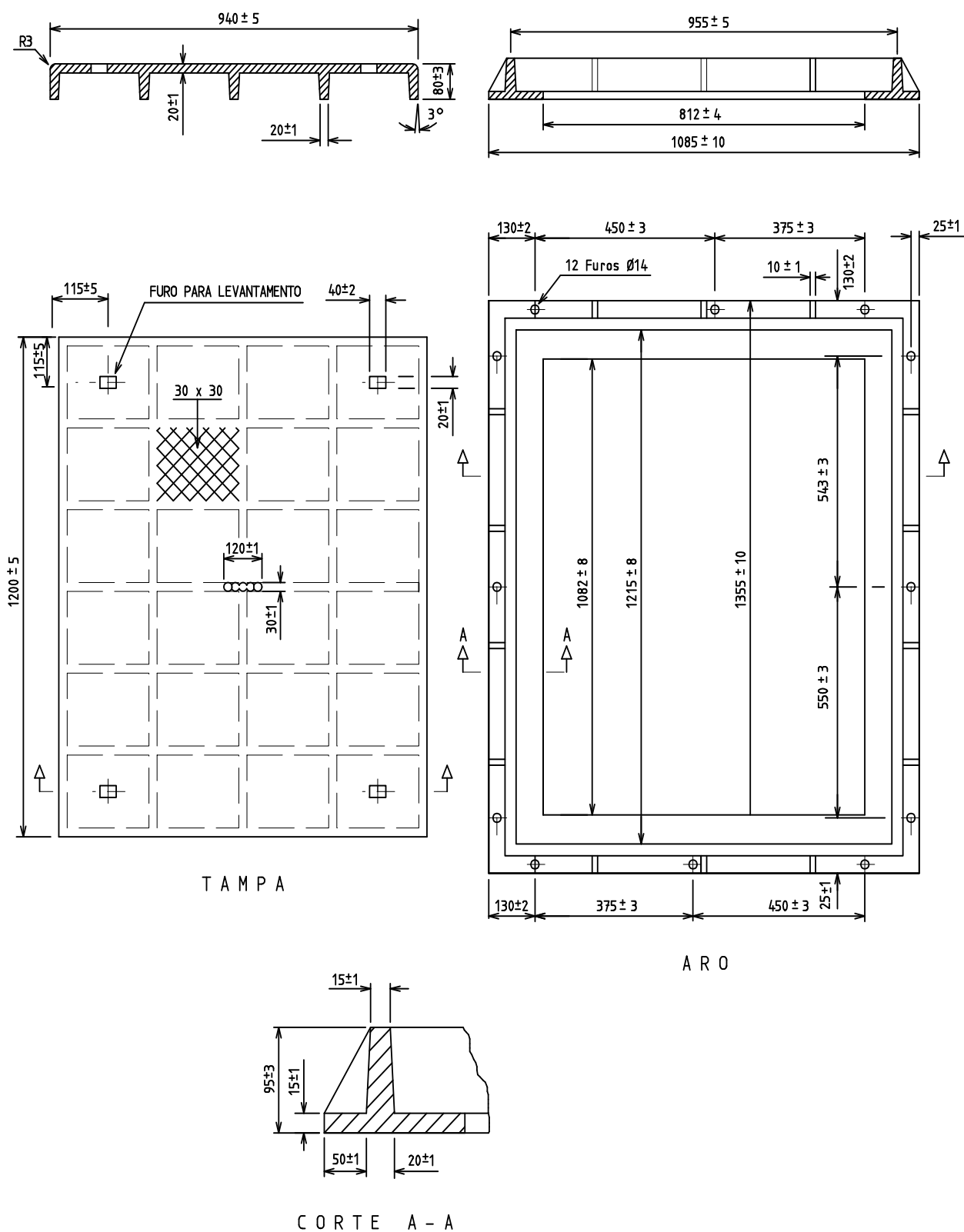
DESENHO 8 - CABEÇOTE PARA ELETRODUTO

ITEM	UTILIZAÇÃO ELETRODUTO DN (POL.)	A min.	∅B	∅C	PARAF. X	∅E	R min.	PESO APROX. kg	Espessura min "e" PEÇAS - AL	Espessura min "e" PEÇAS - PVC
1	¾	20	31 ± 2	25 ± 2	M5 x 30	5,5 + 0,5	55	0,20	5	7
2	1		38 ± 2	31 ± 2				0,30		
3	1 1/2	50	54 ± 3	44 ± 3	M8 x 30	8,5 + 0,5	85	0,50		
4	2		66 ± 3	55 ± 3				0,70		
5	2 1/2		81 ± 3	67 ± 4	M10 x 30	10,5 + 0,5	125	1,20		
6	3	55	97 ± 4	62 ± 4				1,70		
7	4		125 ± 6	107 ± 6			150	2,20		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

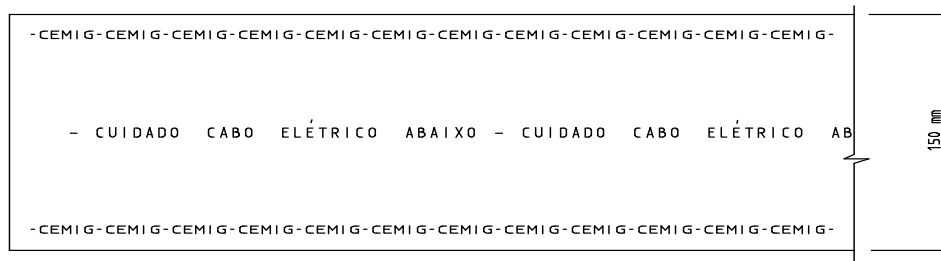
1. Material: Peças 1 e 2: Alumínio, liga de alumínio ou PVC
   Parafusos, porca e arruela: Alumínio duro anodizado ou aço zincado
2. Acabamento: Superfícies lisas, isentas de rebarbas
3. Cor: (Material de PVC) : preto
4. Identificação: Marcação legível e indelével contendo:
   a) Nome ou marca do fabricante
   b) Dimensões ∅ B
   c) Partes componentes: Fornecer completo, com todos os parafusos indicados no desenho

DESENHO 9 - TAMPAS COM ARO PARA CAIXAS DE INSPEÇÃO

NOTAS:

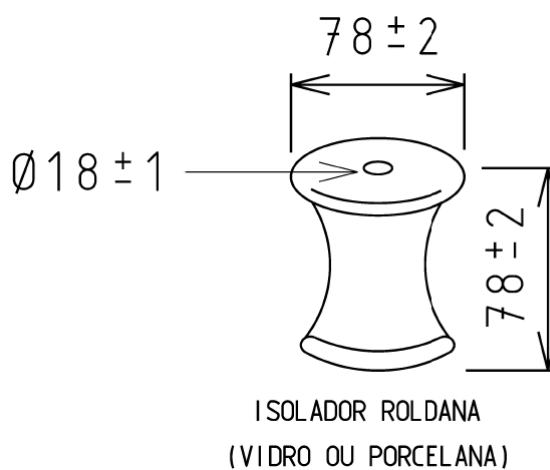
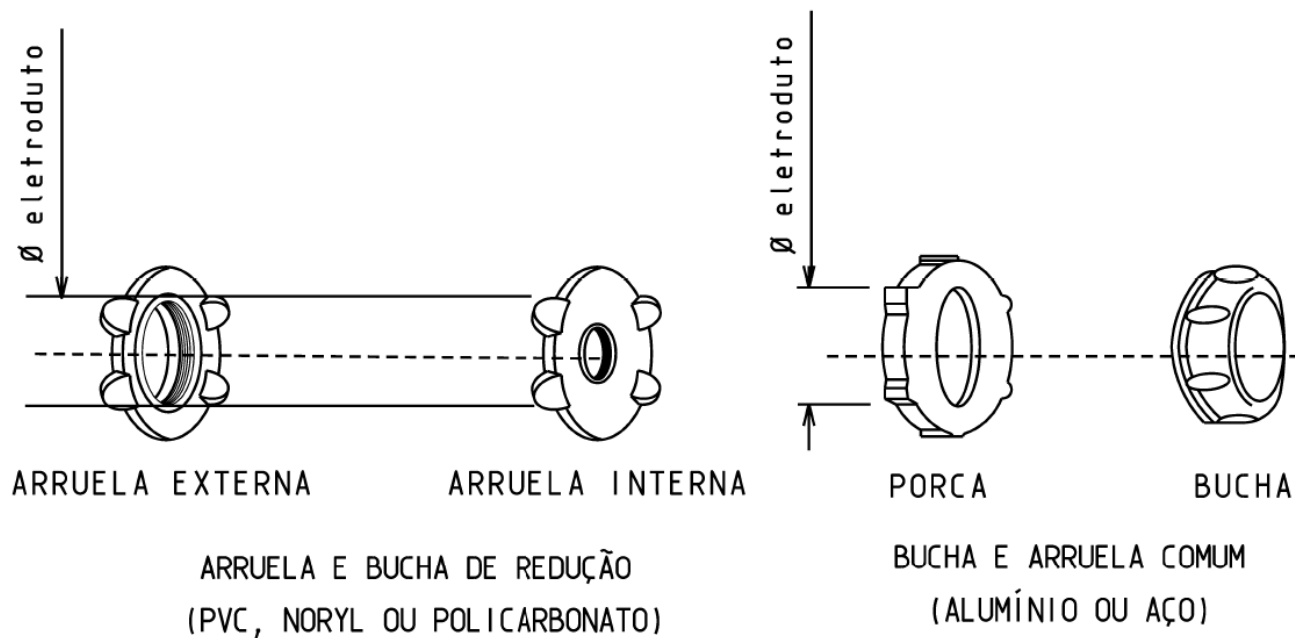
1. O sistema de articulação da tampa (dobradiça da caixa ZC) deve ser do tipo anti-roubo, não permitindo que a tampa seja separada do aro após a fabricação.
2. O encaixe da tampa no aro deve ser estável, seja de fabricação ou por usinagem.
3. A tampa deve apresentar em sua superfície interna, a marca do fabricante.
4. Características construtivas da tampa e aro, ver desenhos 02.118-CEMIG-0205 (tipo ZC – passeio) e 02.118-CEMIG-0206 (tipo ZC – garagem).
5. Dimensões em milímetros.

DESENHO 10 - TAMPA E ARO PARA CAIXA ZD
(VER ET 02.118 – CEMIG – 0430 – ND-2.6)

NOTA:

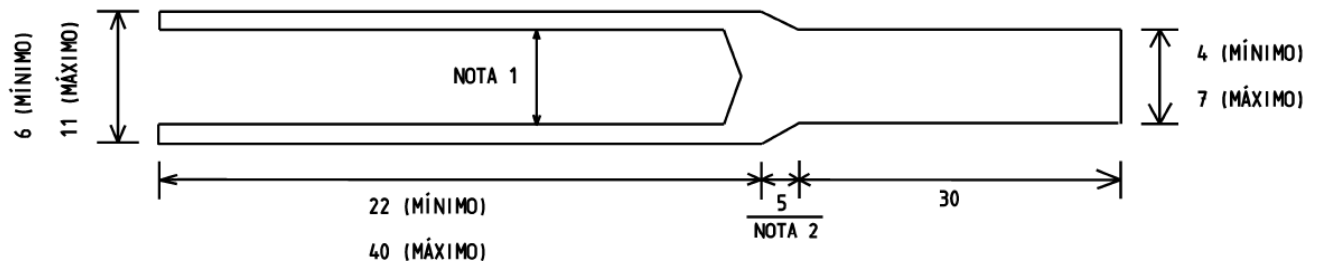
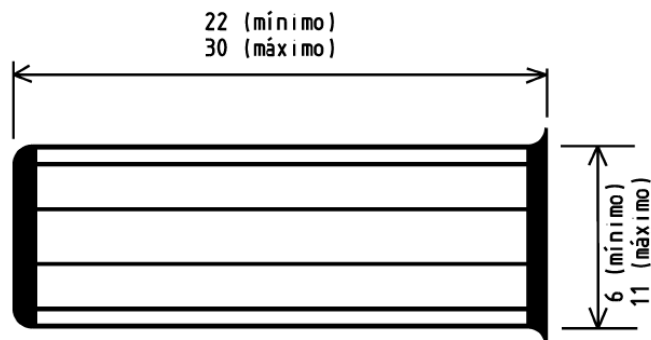
1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 11 - FAIXA PLÁSTICA DE SINALIZAÇÃO

NOTAS:

1. Material: PVC
2. Cores
   a) fita amarela
   b) “CEMIG” em preto
   c) alerta em vermelho

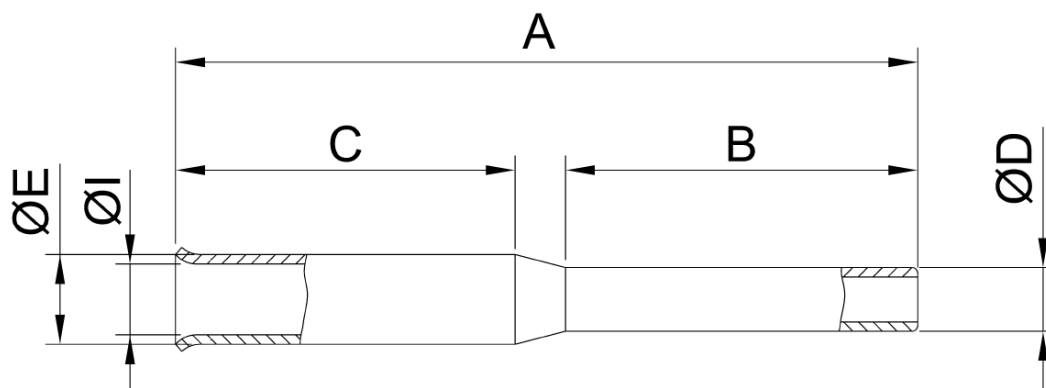
DESENHO 12 – ARRUELA, BUCHA E ISOLADOR ROLDANA

NOTA:

1. Dimensões em milímetros.

DESENHO 13 – TERMINAL MACIÇO DE COMPRESSÃO TIPO PINO E DE ENCAPSULAMENTO

TERMINAL MACIÇO DE COMPRESSÃO TIPO PINO

TERMINAL DE ENCAPSULAMENTO

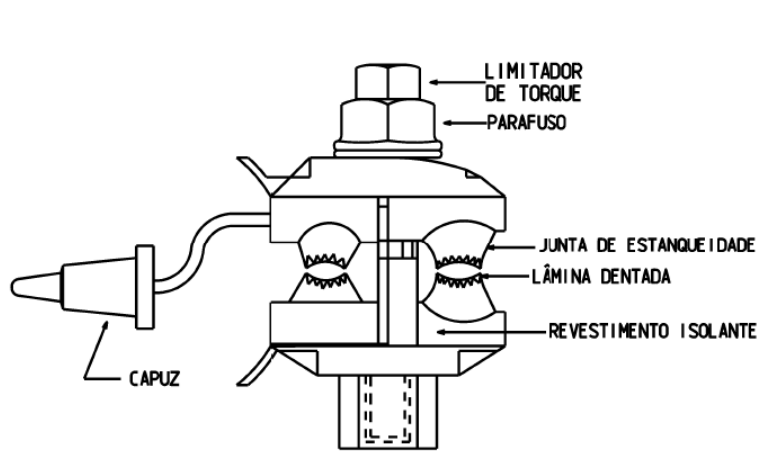
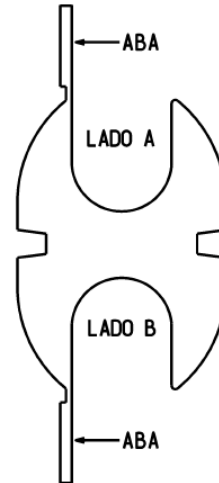
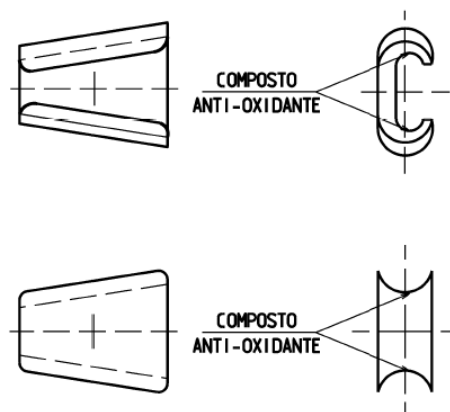
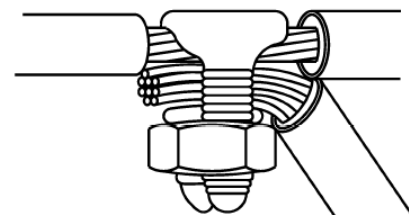
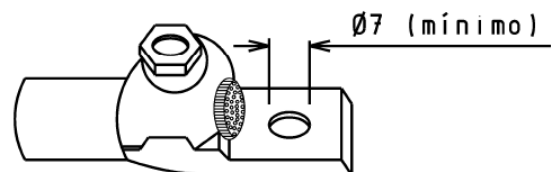
NOTAS:

1. Refere-se ao diâmetro do condutor sem isolação e esta nota é aplicável também ao terminal de encapsulamento.
2. Pode ser utilizado terminal de compressão maciço sem a conecidade indicada no desenho.
3. As dimensões variáveis indicadas nos desenhos acima referem-se aos condutores com seção de 6 a 35mm², que são os condutores utilizados em medição direta (sem TC) na área de concessão da Cemig.
4. Para a ligação do condutor flexível de 50mm² diretamente no borne do medidor de energia elétrica deve ser utilizado o terminal de compressão maciço (Desenho 13, página 8-14) ou o terminal de compressão vazado (Desenho 44, página 8-15). Para os demais condutores, além desses terminais de compressão, pode ser utilizado o terminal de encapsulamento (Desenho 13, página 8-14). Esses terminais devem ser de cobre.
5. Os terminais acima devem ser utilizados na ponta dos condutores flexíveis que serão ligados aos bornes do disjuntor e do medidor de energia elétrica e devem ser de cobre.
6. A área de compressão do terminal maciço de compressão tipo pino deve ser revestida com isolação termocontrátil após a compressão sobre a ponta do condutor.
7. O terminal de encapsulamento pode ser do tipo tubular que tem as duas extremidades abertas.
8. Para condutores com seção superior a 50mm² deve ser utilizado terminal de compressão maciço ou terminal de encapsulamento, que pode ter comprimento de 23mm, conforme especificado pelo responsável técnico pela montagem.
9. Dimensões em milímetros.

DESENHO 14 - TERMINAL DE COMPRESSÃO VAZADO TIPO PINO

SEÇÃO (mm²)	DIMENSÃO mm					
	A	**B**	**C**	**ØD**	**ØE**	**ØI**
10	63,3	30,0	29,0	3,9	6,0	4,4
16	65,0	30,0	29,0	4,9	7,9	5,9
25	65,0	30,0	29,0	6,0	9,0	6,8
35	65,0	30,0	29,0	7,0	10,3	7,9
50	67,0	30,0	29,0	8,0	12,3	9,7

NOTAS:

1. Para a ligação do condutor flexível de 50mm² diretamente no borne do medidor de energia elétrica deve ser utilizado o terminal de compressão maciço (Desenho 13, página 8-14) ou o terminal de compressão vazado (Desenho 14, página 8-15). Para os demais condutores, além desses terminais de compressão, pode ser utilizado o terminal de encapsulamento (Desenho 13, página 8-14). Esses terminais devem ser de cobre.
2. Os terminais acima devem ser utilizados na ponta dos condutores flexíveis que serão ligados aos bornes do disjuntor e do medidor de energia elétrica e devem ser de cobre.
3. O terminal tubular de compressão deve ser revestido com isolação termocontrátil após a compressão sobre a ponta do condutor.
4. O terminal de encapsulamento pode ser do tipo tubular que tem as duas extremidades abertas.
5. Para condutores com seção superior a 50mm² deve ser utilizado terminal de compressão maciço ou terminal de encapsulamento, que pode ter comprimento de 23mm, conforme especificado pelo responsável técnico pela montagem.
6. Dimensões em milímetros.

DESENHO 15 – CONECTORES E TERMINAL PARA ATERRAMENTO

CONECTOR DE PERFURAÇÃO

CONECTOR FORMATO H

CONECTOR CUNHA

CONECTOR PARAFUSO FENDIDO

TERMINAL PARA ATERRAMENTO DA CAIXA (COBRE OU BRONZE)

ANEXO A

METODOLOGIA PARA AJUSTE DE PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

1. CÁLCULO DAS CORRENTES NOMINAL E DE PARTIDA DO RELÉ

1.1 A corrente nominal (In) deve ser calculada a partir da demanda máxima (que será a demanda contratada) de acordo com o projeto considerando-se, no mínimo, o fator de potência de referência 0,92.

1.2 Assim, In= W / 1,73 x V x 0,92 , onde:
W é a demanda máxima em kW
V é a tensão nominal entre fases em kV

1.3 A corrente de partida do relé (Ip) deve ser 1,05 x In , considerando que pode haver ultrapassagem de 5% da demanda contratada. Deve ser calculada também a corrente de partida para neutro considerando , no máximo, 1/3 da de fase.

2. CÁLCULO DA CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO DO(S) TRANSFORMADOR(ES)

2.1 A corrente de magnetização (Irush) - Im - para transformadores à óleo e para transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi de até 2000 kVA pode ser considerada igual a 8 x In com tempo de duração da ordem de 0,1s. Para transformadores de potência superior a 2000 kVA o valor de Im e o tempo de duração devem ser informados pelo fabricante do transformador.

2.2 Opcionalmente, para os transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi a corrente de magnetização e o tempo de duração dessa corrente podem ser aqueles informados pelo fabricante do transformador.

2.3 Este valor é muito importante pois a proteção não deve atuar na energização da subestação.
Caso haja mais de um transformador, deve ser considerada a corrente de magnetização do maior transformador acrescida das correntes nominais dos demais.

3. CÁLCULO DO PONTO ANSI DOS TRANSFORMADORES

3.1 O ponto ANSI é o máximo valor de corrente que um transformador pode suportar durante um período definido de tempo sem se danificar. No caso de falta fase-terra este valor, para transformador triângulo-estrela com neutro solidamente aterrado (válido para os transformadores de unidades consumidoras da Cemig), é 0,58 vezes o ponto ANSI.

3.2 Assim, os valores de corrente serão:
Iansi = (100 / Z%) x In
Inansi = 0,58 x (100 / Z%) x In , onde Z% é a impedância percentual de cada transformador

3.3 Sempre que possível a curva de atuação do relé deve ficar “abaixo” do ponto ANSI do transformador de menor potência, tanto para a função de proteção de fase como a de neutro (ou terra).

3.4 De maneira geral e objetivando lançar estes pontos no diagrama de coordenação/seletividade, pode ser utilizada a seguinte tabela:

Z% (Ohms)	PONTO ANSI (A)	TEMPO MÁX. DE DURAÇÃO (s)
Até 4	25 x In	2
Até 5	20 x In	3
Até 6	16,6 x In	4
Até 7	14,3 x In	5

4. CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO NO PONTO DE DERIVAÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO

4.1 A Cemig deve informar ao engenheiro projetista os valores de curto-circuito para que possam ser dimensionados os TC e TP (se necessário) de proteção. De forma geral, recomenda-se que os TC de proteção tenham uma corrente primária tal que o maior valor de CC não a exceda em 50 vezes.

4.2 Deve ser considerado também a corrente de partida para cálculo dos TC de proteção. A corrente de partida deve ser superior a 10% da corrente primária dos TC de proteção para assegurar uma melhor exatidão.

5. RELÉ DE PROTEÇÃO

5.1 Os relés devem ter as características constantes dos itens 3.38 e 3.39, página 1-8 e ter, no mínimo, as seguintes funções :

a) função 50: proteção de sobrecorrente instantânea;
b) função 51: proteção de sobrecorrente temporizada;
c) tanto a função 50 como a 51 devem estar disponíveis para fase e neutro (terra); assim, é exigido pela Cemig, que o relé execute as funções 50/51 e 50N/51N;
d) função 32: proteção direcional de potência quando da utilização de gerador.

5.2 Se a função de proteção 32 estiver disponível em relé separado do relé de proteção com as funções 50/51 e 50N/51N, a instalação do relé de proteção com a função 32 deve ser nas mesmas condições que o relé de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N).

5.3 O relé deve ser trifásico, eletrônico e microprocessado.

5.4 O(s) relé(s) deve(m) ser instalado(s) dentro da subestação de entrada de energia elétrica.

5.5 Nas unidades consumidoras com geração própria devem ser usados 3(três) TP para proteção 13,8/1,73 ou 22/1,73 ou 34,5/1,73 conforme o sistema de distribuição da Cemig. Se não tiver geração própria pode ser usado apenas um TP para o sistema de proteção.

5.6 É necessária a utilização de fonte auxiliar para alimentação do relé, pois durante a ocorrência de CC o nível de tensão tende a zero; assim, deve haver um sistema que, alimentado à partir do TP mantenha a alimentação no relé pelo tempo mínimo necessário à abertura do disjuntor. Este dispositivo deve ser um sistema “no-break” com potência mínima de 1000VA de forma que não haja interrupção na alimentação do relé.

5.7 Opcionalmente pode ser instalado conjunto de baterias, para suprir uma eventual ausência do “no-break”. Adicionalmente, deve ser previsto o trip capacitivo.

5.8 O relé deve, ainda, ser provido de fonte interna. Se o relé não tiver uma fonte interna, além do trip capacitivo deve ser prevista uma fonte capacitiva para o relé.

5.9 Ligação ao secundário dos TC de proteção: no mínimo devem ser conectadas as 3 fases e o neutro, sendo recomendável especial atenção à polaridade dos TC para que a proteção possa atuar da forma correta.

5.10 Esse relé deve contemplar, no mínimo, a indicação do evento ocorrido por fase, se sobrecarga , com os valores da magnitude da corrente interrompida.

5.11 As funções 50 e 51(fase e neutro) devem ser garantidas, na falta de energia, por uma fonte de alimentação reserva, com autonomia mínima de 2 h, que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.

5.12 O relé deve ser provido de meios que impeçam a alteração de sua parametrização, local ou remota, executada de acordo com o projeto aprovado na concessionária. São exemplos destes meios: o lacre, chave interna ou senha de bloqueio de alteração remota.

5.13 Os lacres instalados nos medidores e demais equipamentos de medição, caixas e cubículos de proteção somente podem ser rompidos por representante credenciado da Cemig conforme previsto no Artigo 75 da Resolução 414/2010 da ANEEL.

5.14 Os transformadores de corrente conectados aos relés secundários podem ser instalados, a critério do projetista, do lado da alimentação da concessionária ou do lado da instalação da unidade consumidora e/ou produtor independente ou autoprodutor.

5.15 São exemplos de parâmetros a serem considerados na decisão: o tempo de operação como consumidor ou autoprodutor/produtor independente e demanda de injeção ou requerida no sistema da concessionária. Os transformadores de potencial devem ser instalados do lado da alimentação da distribuidora, antes do disjuntor de proteção geral e após a chave seccionadora.

5.16 Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva, associada a outra fonte de alimentação auxiliar.

5.17 A resolução máxima de ajuste da corrente de fase deve ser de 0,05%.

6. AJUSTES DO RELÉ DE PROTEÇÃO

6.1 Os ajustes disponíveis no relé de sobrecorrente utilizado devem ser previstos de forma a atender a todas as solicitações transitórias e permanentes necessárias à operação da unidade consumidora, sendo que as premissas utilizadas para a parametrização desejada devem ser claramente justificadas, identificando cargas e sua solicitação (tempo x corrente).

6.2 Identificados os pontos (binômio tempo x corrente) que demandem ajustes além do mínimo disponível no relé de proteção utilizado, pode ser adotado, excepcionalmente e com aprovação da Cemig, automatismo que anule temporariamente a função 51, desde que devidamente justificado. Ainda, como alternativa, pode ser adotado um valor de corrente de partida superior àquele calculado a partir da demanda contratada, desde que devidamente justificado.

6.3 Os ajustes de dial de tempo e de corrente de partida do relé devem ser os mínimos possíveis, de forma a atender adequadamente às necessidades da instalação consumidora e, ao mesmo tempo, prover uma proteção eficaz e eficiente quando da ocorrência de distúrbios de correntes de curto circuito e sobrecarga.

6.4 Em hipótese alguma a proteção geral de sobrecorrente deve ter seus ajustes aumentados para atender à coordenação e/ou seletividade com as proteções internas da unidade consumidora.

6.5 Os ajustes solicitados para os relés devem ser justificados no coordenograma da proteção identificando as cargas e situações operacionais previstas que os requerem.

6.6 A Cemig fornecerá, após formalização de pedido de atendimento pelo cliente ou seu preposto, os valores dos níveis de curto circuito e as características técnicas e operacionais do dispositivo de proteção a ser instalado no ramal de derivação para a alimentação da unidade consumidora.

6.7 O ajuste da função temporizada do relé de sobrecorrente deve preservar a coordenação e/ou seletividade com o dispositivo de proteção instalado no ramal de derivação para a alimentação consumidora.

6.8 O regime de funcionamento das cargas da unidade consumidora deve ser racionalizado e otimizado para a melhor performance da respectiva instalação. Esse regime deve ser considerado nos ajustes do relé de proteção.

6.9 Ajuste da função temporizada (51) quanto ao tipo de curva: deve ser escolhida a curva IEC extremamente inversa.

6.10 Ajuste da função temporizada (51) quanto à partida (pick-up): este valor deve ser aquele definido no item 1 deste anexo como Ip (ou 1,05 x In); isto significa que o relé somente começará a se sensibilizar para valores de corrente superiores a Ip (referido ao primário ou Ip/RTC, referido ao secundário; RTC é a relação de transformação dos TC de proteção). Caso o valor de corrente ultrapasse Ip, o relé inicia a contagem de tempo de acordo com a sua curva característica e atuará se o tempo for superior ao desta curva no ponto de operação.

6.11 Ajuste da função instantânea de fase (50) quanto ao valor de atuação : deve ser escolhido o menor valor possível que não provoque a atuação indevida do relé na energização do(s) transformador(es); assim, este ajuste deve ser superior a , no máximo, 5% do valor de Im (definido no item 2 deste anexo). No diagrama de coordenação e seletividade deve ser verificado que o ajuste instantâneo não seja superior ao menor valor de curto-circuito e ao ponto ANSI do menor transformador.

6.12 Os mesmos procedimentos descritos para o ajuste da função 50 e 51 fase devem ser efetuados para as funções 50N e 51N, considerando, entretanto, os valores relativos à proteção de neutro (terra).

6.13 Ajuste da função de potência inversa (32), para atuar nos casos em que a unidade consumidora tiver geração própria: o ajuste máximo deve ser de 5% da potência de geração por até 15 segundos.

6.14 Cada modelo de relé possui uma forma específica para ser parametrizado (inserção dos ajustes) e esta informação pode ser obtida no catálogo ou manual e, de forma geral, os ajustes feitos não são apagados na eventual falta de alimentação. Assim, é possível adquirir um relé já ajustado de acordo com os dados do projeto, desde que o fornecedor ofereça esta facilidade.

6.15 Ficará a cargo da Cemig exigir ou não uma cópia completa do catálogo do relé a ser utilizado para acionar o disjuntor geral da subestação. Deve ser informado no memorial para ajuste do relé todos os parâmetros programáveis do relé com seus respectivos valores para serem programados.

6.16 Não é obrigatório utilizar as funções Idef (corrente definida) e Tdef (tempo definido), ficando a critério do projetista a utilização ou não destes parâmetros. No entanto, caso estes parâmetros sejam utilizados, o projetista deve justificar, por escrito, na memória de cálculo para ajuste de proteção secundária, os motivos da utilização destes parâmetros.

6.17 No coordenograma/projeto deve ser apresentado o diagrama unifilar completo de ligação do relé para análise. Tal diagrama se encontra no manual do mesmo.

6.18 As condições operacionais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora devem ser do conhecimento do projetista, principalmente aquelas relacionadas ao regime de funcionamento das cargas declaradas pelo consumidor, de forma que as solicitações de partidas de motores, simultâneas ou não, como de outras cargas acima de 25kW, possam ser controladas e plotadas no coordenograma da proteção geral.

6.19 Após o período experimental, conforme o artigo 134 da Resolução ANEEL nº 414/2010, caso ocorram atuações não previstas e indesejáveis da proteção e afastada a hipótese de defeito de equipamentos, o projetista pode solicitar, mediante correspondência a Cemig, um ajuste mais elástico da proteção durante um período de 90 (noventa) dias para estudo mais detalhado das instalações internas da unidade consumidora. Neste período o faturamento da demanda será normal e não mais se regerá conforme o artigo 134 acima citado. Após este período, caso necessário, devem ser apresentadas a revisão do coordenograma e tabela de ajustes da proteção de sobrecorrente para a nova situação proposta.

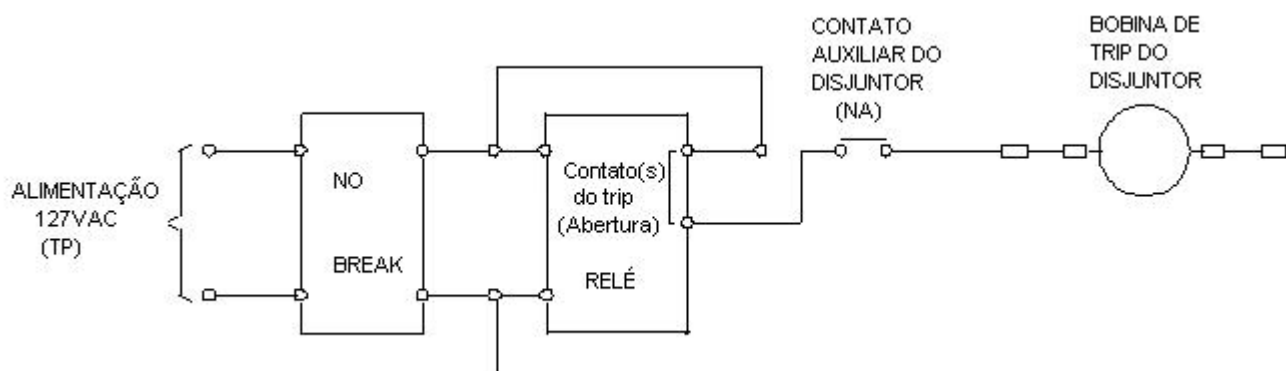
7. BOBINA DE ABERTURA DO DISJUNTOR (BOBINA DE TRIP)

7.1 Ao detectar um valor de corrente irregular o relé “fecha um contato” que vai energizar a bobina de trip; assim, é necessário prover alimentação adequada para permitir a operação da bobina. Esta alimentação pode ser obtida do mesmo dispositivo de alimentação auxiliar do relé.

7.2 Em qualquer caso deve existir um contato auxiliar do disjuntor, do tipo NA (normalmente aberto, ou seja, aberto com disjuntor aberto e fechado com disjuntor fechado) que será ligado em série com a bobina de trip para impedir o que se chama “bombeamento”, que é a manutenção de tensão na bobina mesmo após a abertura do disjuntor.

7.3 Nos disjuntores mais antigos serão necessárias adaptações para permitir a correta operação da bobina de trip e do contato auxiliar NA do disjuntor. No caso de disjuntor com grande volume de óleo, este deve ser substituído pois a adaptação não permite a correta operação da bobina de trip e do contato auxiliar NA do disjuntor. Nos disjuntores de concepção mais moderna estes dois dispositivos já estão instalados nos mesmos.

8. CIRCUITO TÍPICO DE ABERTURA DE DISJUNTOR

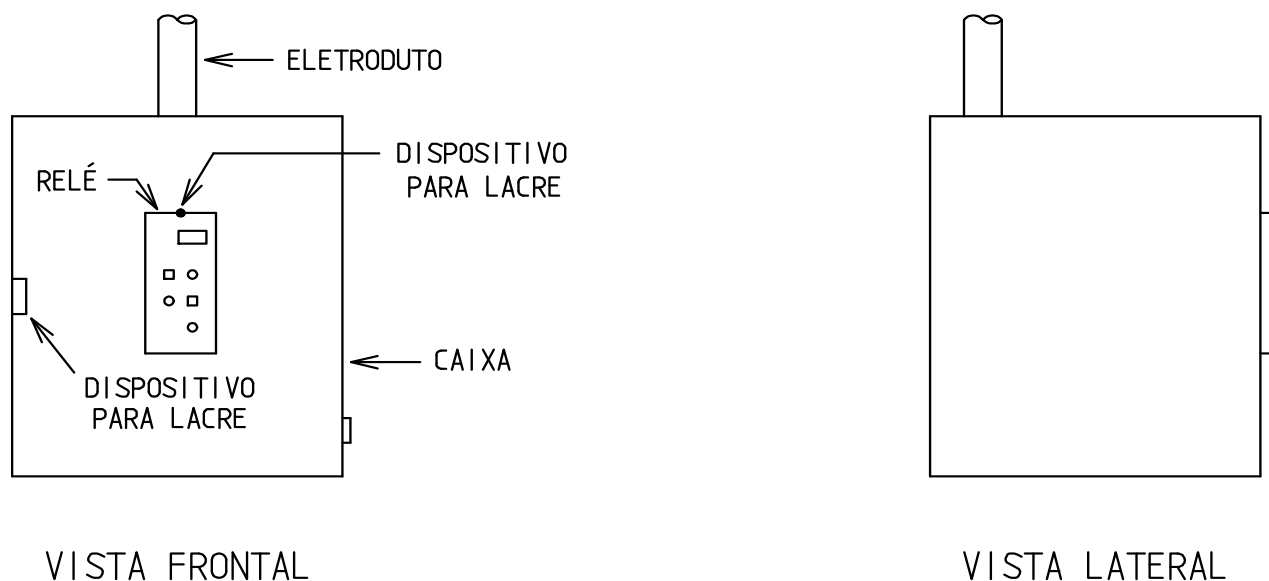
O circuito abaixo exemplifica um circuito típico de abertura de Disjuntor a partir de relé secundário.

9. INSTALAÇÃO FÍSICA DO RELÉ

9.1 O relé de proteção secundária deve ser instalado na tampa basculante de uma caixa metálica localizada na parede oposta a célula do disjuntor principal. Esta caixa deve possuir dispositivo para instalação de selo Cemig. Assim, tanto a caixa como a parte frontal do relé (por onde é feita a parametrização do mesmo) serão seladas e o Consumidor terá acesso apenas ao botão de rearme (“reset”) do relé.

9.2 A fiação da célula do disjuntor (onde também estão instalados os TC/TP da proteção) até a caixa deve ser instalada em eletroduto de aço, aparente, com diâmetro nominal mínimo de 40mm (equivalente a 1 1/2 polegadas).

9.3 O encaminhamento ideal para este eletroduto é através da parede da célula do disjuntor, teto da subestação e parede onde está instalada a caixa com o relé. A caixa deve ter dois furos de 2”, um com uma tampa fixa, incolor, para visualizar o led de ligado do “no break” e um outro com tela soldada na caixa para ventilação.

9.4 Nesta caixa deve ser instalado também o sistema “no-break” para alimentação do relé e do sistema de trip (bobina de abertura do disjuntor).

9.5 Segue abaixo desenho orientativo para instalação do relé:

10. COORDENOGRAMA

10.1 Para permitir a perfeita visualização da atuação da proteção é necessário que se faça, em papel formatado bi-log ou em excell, um gráfico Tempo x Corrente, onde se pode verificar a coordenação e seletividade para qualquer valor de corrente. Neste gráfico devem ser plotados os seguintes pontos e curvas:

a) valores de curto-circuito no ponto de derivação (fornecidos pela Cemig);
b) corrente nominal (In);
c) corrente de partida do relé (Ip) de fase e neutro;
d) curva IEC extremamente inversa do relé com os ajustes definidos no projeto (catálogo ou manual do relé) para fase e terra;
e) ajuste de atuação instantânea para fase e terra (reta perpendicular ao eixo das correntes);
f) ponto ANSI do(s) transformador(es) de fase e neutro;
g) Im do(s) transformador(es).

10.2 O projetista pode usar o gráfico para estudar condições de partida de motores e outras cargas. Desta análise pode resultar a melhor seqüência para energização das cargas da unidade consumidora.

10.3 Quando da elaboração do projeto, o projetista pode analisar o gráfico para verificar os ajustes previstos. Esta análise pode evidenciar que um ou outro parâmetro deva ser alterado. Ou seja, durante a fase de elaboração do projeto, é provável que os ajustes e o próprio gráfico sejam refeitos para otimização da atuação dos vários níveis de proteção.

10.4 Na elaboração do coordenograma, todos os pontos e curvas devem ser identificados claramente através de legenda.

10.5 As correntes, preferencialmente, devem ser referidas à tensão primária.

9 – EXEMPLO DE AJUSTE DO RELÉ DE PROTEÇÃO

Seja uma instalação atendida em 13,8kV para a qual é estimada uma demanda de 1200 kW e que possui transformadores a óleo, sendo um transformador de 750 kVA e dois de 500 kVA.

Assim, teremos:

In = 1200/ 1,73 x 13,8 x 0,92 , considerado o fator de potência de referência (valor mínimo a ser considerado).

In = 54,64 A

Então Ip de fase = 1,05 x In = 57,37 A
Ip de neutro = 33% do Ip fase = 18,93A

Considerando que o nível máximo de curto-circuito no local é 2000 A e a corrente de partida é 60,10A, trabalharemos com TC de proteção de relação 100/5 A.

Cálculo da corrente de magnetização:

Correntes nominais dos transformadores:

- 750 kVA - In= 750/ 1,73 x 13,8 = 31,42 A⇒Im= 251,36 A por 0,1s
- 500 kVA - In= 500/ 1,73 x 13,8 = 20,94 A⇒Im= 167,52 A por 0,1s

Assim, para toda a instalação, teremos:

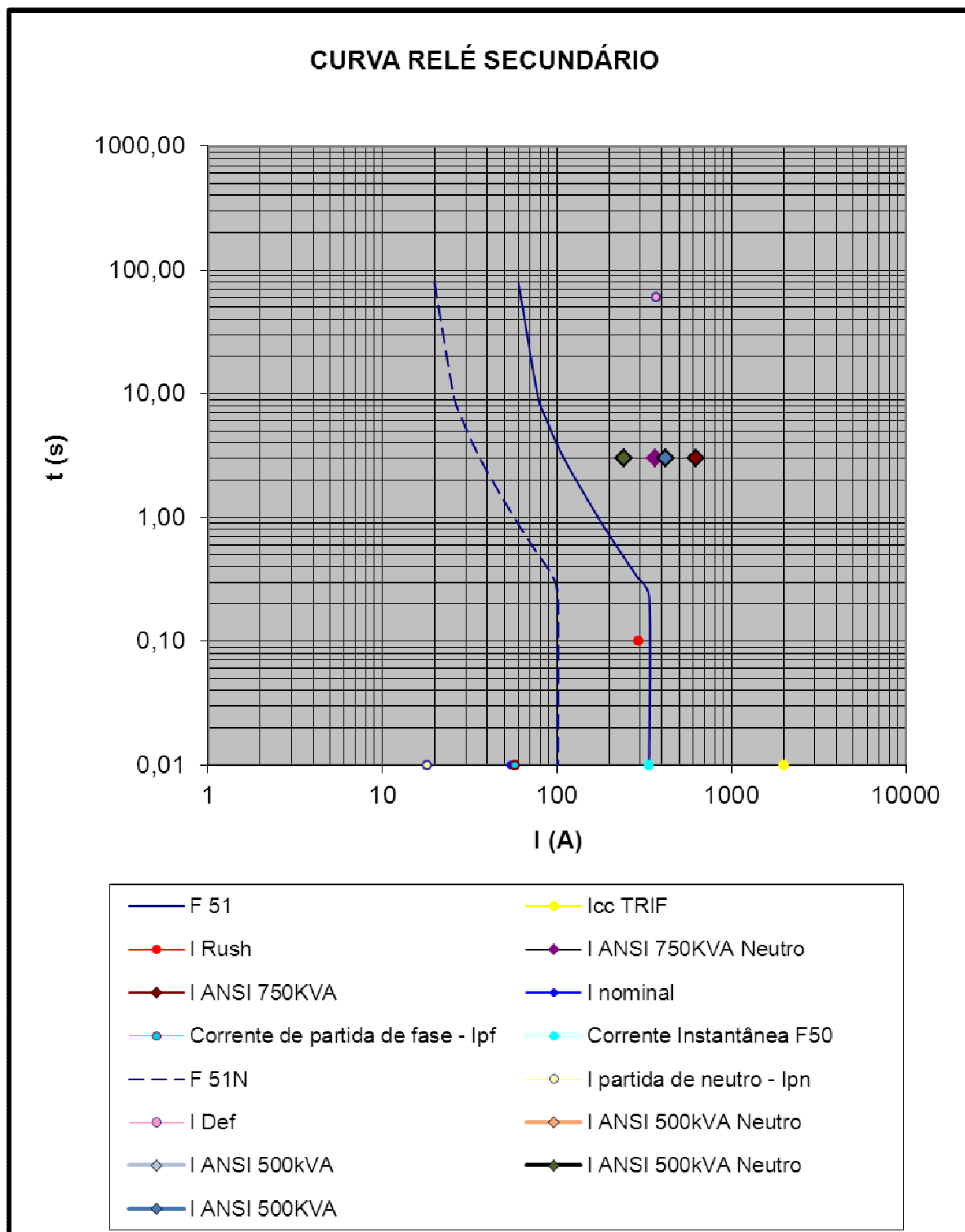
Im= 20,94 + 20,94 + 251,36 = 293,24 A por 0,1s (este ponto deve estar abaixo da curva de atuação do relé)
I instantâneo de fase = 1,01 x Imag = 296,17A
I instantâneo de neutro = 33% (no máximo) I instantâneo de fase = 97,74A

Cálculo do ponto ANSI do transformadores:

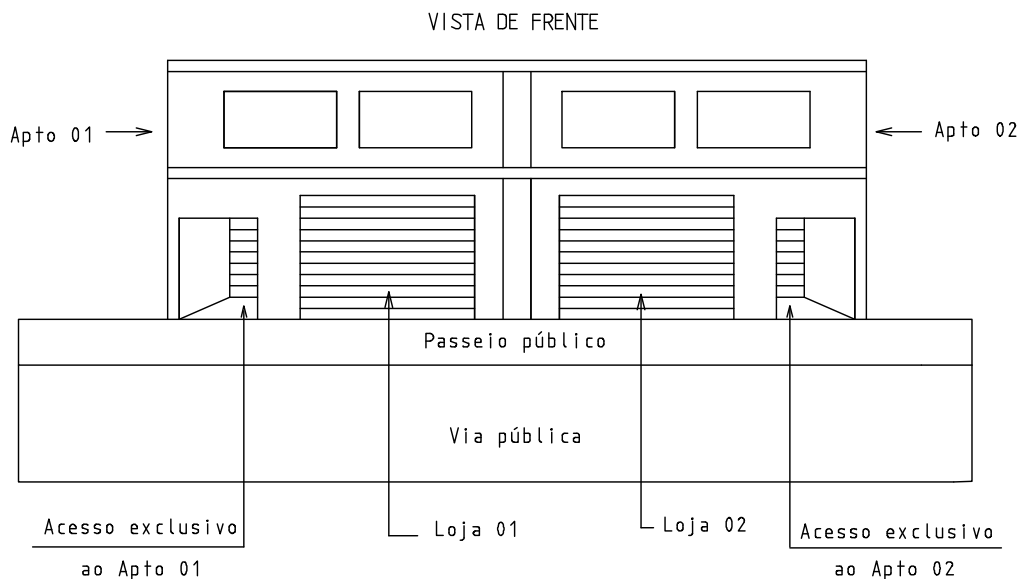
- 500 kVA - Iansi= 20 x In = 20 x 20,94 = 418,8 A por 3s
- 750 kVA - Iansi= 20 x In = 20 x 31,42 = 628,4 A por 3s
- 500 kVA – Inansi = 0,58 x 418,8 A = 242,90 A por 3s
- 750 kVA – Inansi = 0,58 x 628,4 A = 364,47 A por 3s

Estes pontos devem estar acima da curva de atuação do relé; assim, o ponto ANSI do menor transformador vai atuar como limite máximo para atuação do relé. Caso a instalação possua um transformador de potência muito baixa deve ser considerado que o relé não pode protegê-lo. Desta forma deve ser projetada uma proteção específica para este transformador.

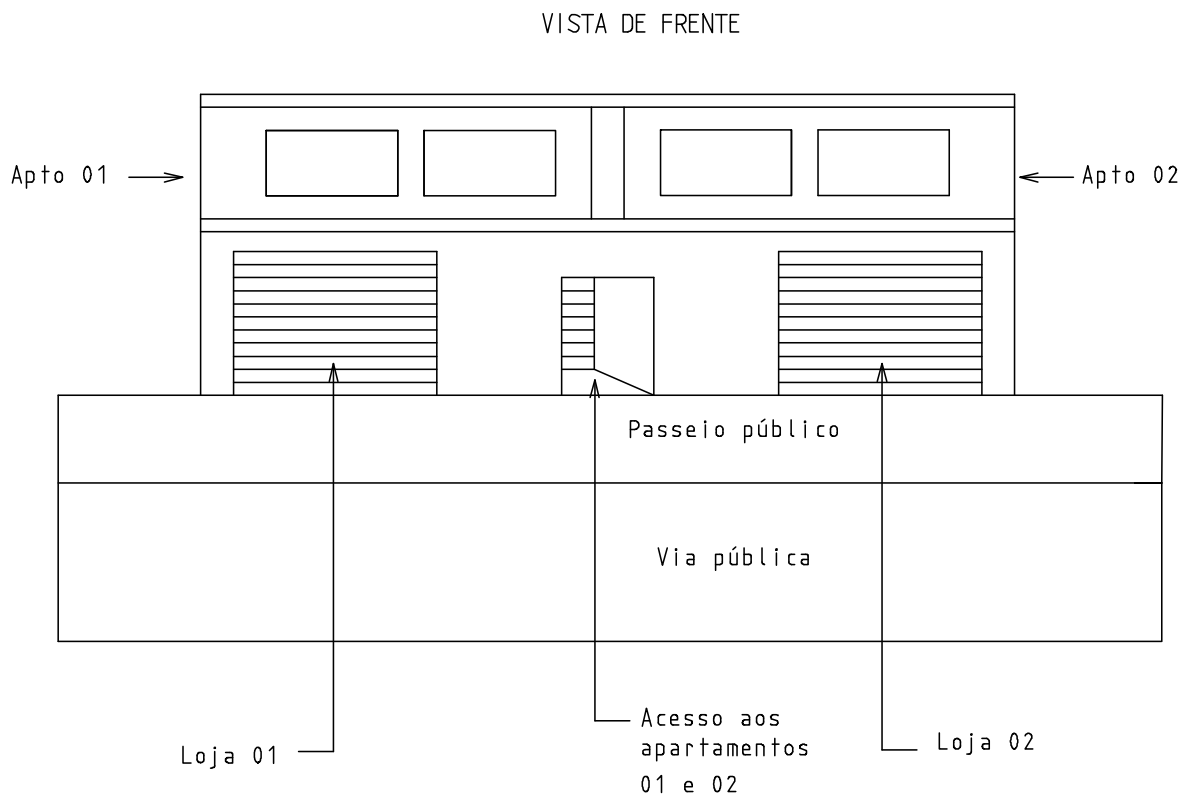
O ajuste da função instantânea (tanto para a função 50 de fase como para a de neutro) deve ser abaixo do valor de curto-circuito no local e do valor de proteção requerido pelo menor transformador (ponto ANSI).

COORDENOGRAMA

ATENDIMENTO HÍBRIDO

Considerando que há determinados tipos de edificações onde o atendimento às unidades consumidoras é híbrido (ou seja, parte pela ND-5.1 e parte pela ND-5.2, parte pela ND-5.1 e parte pela ND-5.3, parte pela ND-5.2 e parte pela ND-5.3) citamos abaixo alguns exemplos de atendimento híbrido:

1. Situação A

NOTAS:

1. Os apartamentos 01 e 02 devem ser atendidos pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deve ser instalada no local de acesso exclusivo a estes apartamentos e na divisa da propriedade com o passeio público e com a leitura voltada para o passeio público. Os ramais de ligação devem ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
2. As lojas 01 e 02 devem ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deve ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
3. Os ramais de ligação devem ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes das lojas 01 e 02. Caso estas lojas não tenham um pé direito mínimo de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,0 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação), os ramais de ligação podem ser ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
4. As lojas 01 e/ou 02 podem ser atendidas na média tensão se atenderem os critérios constantes da ND-5.3.
5. No projeto elétrico de média tensão deve constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deve apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
6. As lojas e os apartamentos devem ter numeração predial distinta. Esta numeração deve ser legível, indelével e seqüencial.
7. Se houver recuo da edificação em relação ao passeio público ou qualquer ligação interna entre as unidades, descaracteriza-se atendimento híbrido, e neste caso, todas as unidades devem ser atendidas pela ND-5.2.

2. Situação B

NOTAS:

1. Os apartamentos 01 e 02 devem ser atendidos pela ND-5.2 e as caixas de medição e de proteção devem ser instaladas no local de acesso exclusivo a estes apartamentos e na divisa da propriedade com o passeio público e com a leitura voltada para o passeio público. O ramal de ligação deve ser ancorado na parede de um dos apartamentos que fica paralela ao passeio público.
2. As lojas 01 e 02 devem ser atendidas pela ND-5.1 (ramais de ligação e de entrada individuais) e a caixa de medição e de proteção deve ser instalada na parede da loja localizada na divisa com o passeio público ou dentro da loja em local de livre acesso.
3. Os ramais de ligação devem ser aéreos e ancorados, respectivamente, nas paredes das lojas 01 e 02. Caso estas lojas não tenham um pé direito mínimo de 3,60 metros (para rede Cemig do mesmo lado da edificação) ou de 6,00 metros (para rede Cemig do lado contrário à edificação), os ramais de ligação podem ser ancorados, respectivamente, nas paredes dos apartamentos 01 e 02.
4. As lojas 01 e/ou 02 podem ser atendidas na média tensão se atenderem os critérios constantes da ND-5.3.
5. No projeto elétrico de média tensão deve constar a fachada da edificação mostrando as demais entradas de energia elétrica. O cliente deve apresentar juntamente com o projeto elétrico uma declaração, por escrito, registrada em cartório que não haverá interligação entre as unidades consumidoras e, se ocorrer esta interligação, ele assumirá toda e qualquer responsabilidade por eventuais sinistros sob pena de ter a suspensão do fornecimento de energia elétrica. A análise do projeto elétrico fica condicionada à apresentação desta declaração.
6. Cada loja deve ter a sua numeração predial distinta e deve ter uma numeração predial para os apartamentos. Esta numeração deve ser legível, indelével e seqüencial. As caixas de medição dos apartamentos devem ser marcadas de modo a identificá-las com as respectivas unidades consumidoras.
7. Se houver recuo da edificação em relação ao passeio público ou qualquer ligação interna entre as unidades, descaracteriza-se atendimento híbrido, e neste caso, todas as unidades devem ser atendidas pela ND-5.2.

ANEXO C

<table>
<tr><td colspan="4" rowspan="4">(Local para selo de análise de conformidade com as normas CEMIG e ABNT)</td><td colspan="2">Informações complementares:
Coordenadas, Transformador,
Nº de Orçamento, Etc.</td><td rowspan="4">para uso da CEMIG</td></tr>
<tr><td colspan="2">Carga Instalada (kW)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Demanda da instalação (kVA)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Demanda de contrato (kW)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Dados e Logotipo do Projetista (opcional)</td><td colspan="3">Formato do projeto</td></tr>
<tr><td colspan="7">Título/Conteúdo</td></tr>
<tr><td>Nome do Empreendimento</td><td>CPF/CNPJ</td><td colspan="5">Finalidade</td></tr>
<tr><td colspan="2">Endereço</td><td>Bairro</td><td colspan="4">Cidade</td></tr>
<tr><td colspan="7">Número e data da ART de projeto</td></tr>
<tr><td colspan="2">Proprietário
____
Nome</td><td>CNPJ/CPF/Identidade</td><td colspan="4">Telefone</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contratante (se existir, além do proprietário)
____
Nome</td><td>CNPJ/CPF/Identidade</td><td colspan="4">Telefone</td></tr>
<tr><td colspan="7">Endereço completo para correspondência do PROPRIETÁRIO</td></tr>
<tr><td colspan="7">Endereço completo para correspondência do PROJETISTA</td></tr>
<tr><td colspan="2">RT (Engº)
____
Nome
Telefone</td><td>CREA / Estado</td><td>Folha</td><td colspan="3">Data</td></tr>
</table>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.1 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas urbanas (versão de março de 2002)

2. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.13 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas – 34,5kV (versão de dezembro de 2004)

3. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.2 – Instalações básicas de redes de distribuição aéreas rurais (versão de outubro de 1997)

4. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.3 - Instalações básicas de redes de distribuição subterrânea

5. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.6 - Padrões e especificações de materiais e equipamentos (versão de setembro de 1991)

6. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.7 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas isoladas (versão de dezembro de 2000)

7. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.9 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas protegidas (versão de agosto de 2006)

8. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.1 - Projetos de redes de distribuição aéreas urbanas (versão de setembro de 2005)

9. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.2 - Projetos de redes de distribuição aéreas rurais (versão de outubro de 1985)

10. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-4.51 - Sinalização de segurança para serviços de distribuição (versão de janeiro de 1986)

11. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.6 - Medição de Energia - Rede de Distribuição Aérea (versão de dezembro de 2002)

12. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.26 - Fornecimento especiais - Instalação e Medição

13. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-1.3 - Partida de motores e sua influência nas redes de distribuição
    (versão de janeiro de 1992)

14. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-3.14 - Critérios para Aterramento de Redes de Distribuição Aéreas
    (versão de setembro de 1992)

15. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-3.3 – Proteção contra sobrecorrentes em redes de distribuição aéreas - (versão de novembro de 1994)

16. CEMIG - Manual do Consumidor nº 11 - Materiais e equipamentos aprovados para padrões de entrada (distribuição gratuita - edição anual)

17. CEMIG - 02.118 - CM/MD-001: Caixas para Medição, Derivação e Proteção (Especificação)

18. CEMIG - 02.118 - CEMIG-0268: Disjuntores Termomagnéticos de Baixa Tensão em Caixa Moldada (Especificação)

19. CEMIG - 02.118 - CEMIG-0431: Anel de Concreto para Caixa ZC

20. CEMIG - 02.118 - CEMIG-0205: Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso no passeio)

21. CEMIG - 02.118 - CEMIG-0206: Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso em pista de rolamento)

22. CEMIG - 02.118 - CEMIG-0430: Tampa e Aro para Caixa ZD (rede de distribuição subterrânea)

23. ABNT – NBRIEC 60050(826)- Instalação elétrica predial (versão de novembro de 1987)

24. ABNT – NBRNM 247-3- Condutores isolados com isolação extrudada de cloreto de de polivinila (PVC) para tensões até 750V, sem cobertura – Especificação (versão de fevereiro de 2002)

25. ABNT – NBRNM 280 - Condutores de Cobre Mole Para Fios e Cabos Isolados – Características (versão de abril de 2002)

26. ABNT-NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão (versão de setembro de 2004)

27. ABNT - NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas (versão de julho de 2005)

28. ABNT-NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência (versão de abril de 1992)

29. ABNT - NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica (versão de março de 1985)

30. ABNT - NBR 5598 - Eletroduto de Aço-Carbono e Acessórios, com Revestimento Protetor e Rosca BSP – Requisitos (versão de janeiro de 2009)

31. ABNT-NBR 5624 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 (versão de dezembro de 1993)

32. ABNT - NBR 6323 – galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação (versão de novembro de 2007)

33. ABNT - NBR 6591 - Tubos de aço-carbono com solda longitudinal, de seção circular, quadrada, retangular e especial para fins industriais (versão de julho de 2008)

34. ABNT-NBR 7288 - Cabos de potência com isolação sólida e extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de l kV a 6 kV (versão de novembro de 1994)

35. ABNT-NBR 8451 - Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica (versão de fevereiro de 1998)

36. ABNT-NBR 9369 - Transformadores subterrâneos - Características elétricas e mecânicas – Padronização (versão de 1986)

37. ABNT-NBR 10295 – Transformadores de potência secos (versão 1998)

38. ABNT-NBR 11742 – Porta corta fogo para saída de emergência (versão 2003)

39. ABNT-NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão (de 1,0 a 36,2 kV) (versão de 2005)

40. ABNT - NBR 15465 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho (versão de agosto de 2008)

41. ABNT - NBR 15688 - Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica com Condutores Nus (versão de maio de 2012)

42. ABNT-NBR 62271-200 – Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até 36,2kV - Especificação

43. ANEEL- Resolução 414 de 09-09-2010 - Resolução que dispõe sobre as condições gerais de fornecimento a serem observadas na prestação e utilização do serviço de energia elétrica

44. ANEEL- Resolução 479 de 03-04-2012 - Altera alguns artigos da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica

45. ANEEL 281 de 01/10/1999 – Resolução que estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica

CONTROLE DE REVISÃO

CONTROLE DE REVISÃO			
VERSÃO	DATA	ITEM/PÁGINA	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES
a	30/11/2013	-	Reformulação geral. Cancela e substitui a ND-5.3 de Dezembro/2009 Principais alterações: 1. Inclusão do critério de dupla alimentação para atendimento à demanda superior a 2.500kW e inferior a 6.000kW. 2. Acréscimo de uma baia na subestação compartilhada em alvenaria para individualização do fornecimento de energia elétrica para as unidades envolvidas no compartilhamento. 3. A não exigência da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de execução da construção da subestação do consumidor 4. Retirado o ramal de entrada subterrâneo em local atendido por rede aérea da Cemig quando da travessia de via pública (ruas e avenidas) para adequação à Resolução 414/2010 da Aneel. 5. Retirado o ramal de entrada subterrâneo em local atendido por rede aérea da Cemig para as unidades consumidoras localizadas do mesmo lado da rede para adequação às ND-5.1 e 5.2.